Conseil national de recherches Canada
National Research Council Canada

Institut de Biotechnologie des Plantes

Rapport d'Avancement Annuel 1987-1988

Canada

91-00948/

Le Conseil national de recherches à la biotechnologie

Le Conseil national de recherches Canada (CNRC), fondé en 1916, est une corporation de la Couronne dévouée à la recherche et au développement. Pour stimuler les recherches favorisant des avantages sociaux et économiques au Canada, le CNRC se sert de ses laboratoires nationaux, des programmes de transferts technologiques aux industries, et des services d'information scientifique et technique.

Dès 1924 le Conseil maintient un programme vigoureux en bio-sciences, puis en 1983 le CNRC a reçu du gouvernement fédéral un mandat pour diriger l'initiative nationale en biotechnologie. Pour s'acquitter de ce rôle, le Conseil a maintenant integré son programme de recherche sur les nouvelles méthodes basé au niveau de la Division des sciences biologiques (à Ottawa), avec ceux sur l'innovation industrielle et basés, respectivement, à l'Institut de recherche en biotechnologie (à Montréal) et à l'Institut de biotechnologie des plantes (à Saskatoon). L'effort actuel du CNRC en biotechnologie comprend plus de cinq cents personnes.

L'Institut de biotechnologie des plantes a la mission de créer, pour une exploitation technique, des nouvelles méthodes biologiques et biochimiques pour contrôler et modifier génétiquement les caractères des plantes, surtout aux niveaux cellulaire et moléculaire.

Cette mission reflet le rôle du CNRC énoncé dans son Acte: "entreprendre, aider ou encourager des recherches (i) sur l'utilisation des ressources naturelles du Canada; (ii) dans le but de découvrir les procédés et méthodes qui peuvent activer l'expansion des industries existantes ou le développement de nouvelles industries; (iii) ...dont l'objet est d'améliorer la situation agricole."

1987-88 Rapport d'avancement annuel
Institut de Biotechnologie des Plantes
Conseil National de Recherches du Canada

Photos: Harry Turner, CNRC
Typographe: Houghton-Boston Printers, Saskatoon

Août, 1988

1. Points saillants de l'année

Le gouvernement du Canada a créé en 1983 l'Institut de biotechnologie des plantes (IBP) et lui a confié le mandat de devenir un organisme de premier plan au Canada dans les recherches de pointe sur la biotechnologie des plantes supérieures. Nos activités depuis 1948 sous le nom de "Laboratoire régional des Prairies" nous ont déjà fait connaître en tant que centre international de recherche en cytotechnologie végétale et en phytochimie. Notre nouvelle appellation et notre nouvelle mission s'accompagnent de nouvelles ressources qui nous permettent d'envisager de grandes possibilités pour l'avenir du Canada à la participation de la révolution biotechnologique qui est déjà commencée. Notre mission consiste à effectuer ici au Canada des recherches en biotechnologie de calibre international.

Cette année, l'Institut a complété la première phase du projet de développement amorcé en 1983. Cette phase comportait trois objectifs : améliorer nos capacités en matière de technologie génétique; activer l'accomplissement des projets de recherche sans sacrifier la qualité scientifique ou technique des résultats et réaliser des activités commerciales et extérieures plus efficaces.

La structuration de l'Institut en trois laboratoires de recherche - le Laboratoire de cytotechnologie, le Laboratoire de technologie génétique et le laboratoire de chimie biologique - a opéré le mariage idéal entre les installations et le rendement dans les projets de recherche. L'IBP constitue maintenant une force de premier plan en matière de technologie génétique des plantes qui n'a pas son égal au Canada. Quatorze chercheurs détenant un doctorat et 12 techniciens se consacrent entièrement à ces recherches; onze autres chercheurs et 14 autres techniciens oeuvrent dans des projets qui y sont étroitement reliés. L'Institut a eu la chance de pouvoir attirer du personnel nouveau de très haut calibre dans ce domaine. Comme on le précise dans le présent rapport annuel, nos travaux ont déjà prouvé leur excellence aux plans scientifique et économique.

Les **installations de recherche** de l'IBP offrent des ressources permettant d'utiliser des techniques particulières et procurent un milieu de travail propice à des recherches de pointe pour le personnel et les chercheurs invités. Le **programme de recherche** de l'Institut comporte six projets qui se déroulent dans l'un ou l'autre de nos laboratoires, mais auxquels collaborent souvent des chercheurs de l'extérieur. Ces équipes de recherche ont été très productives en 1987-1988. Signalons notamment les réalisations suivantes :

- L'équipe de **biotechnologie des cultures**, en utilisant des méthodes de sélection récemment mises au point à l'Institut, a créé des lignées de cellules et de plants entiers de blé d'hiver

présentant un nouveau record de survie à des températures inférieures au point de congélation. Une partie de ces travaux est exécutée dans le cadre d'une coentreprise avec le Saskatchewan Wheat Pool.

- L'équipe de **biotechnologie des conifères** de l'IBP a fait des progrès notables cette année. Nous avons perfectionné notre méthode de croissance des cellules de conifères en milieu artificiel et de régénération des plantules; nous avons ainsi, en collaboration avec l'université de la Saskatchewan, régénérés complètement des embryons à partir de protoplastes d'épinette blanche. Ces résultats ont permis d'envisager l'amélioration des conifères grâce au génie génétique dans les cas où nos techniques de transformation des cellules des conifères nous ont déjà possiblement fourni du matériel transgénique.

- L'équipe de **génétique moléculaire des plantes** a mis au point une nouvelle technique très efficace d'insertion de gènes étrangers dans des cellules de colza (Brassica), avec une fréquence de transformation de 100% chez les plants régénérés. L'équipe a ensuite utilisé la technique pour introduire des gènes de résistance aux herbicides dans le colza et d'autres espèces.

- Les chercheurs de l'équipe des **gènes de productivité végétale** ont identifié du matériel génétique dans des plants de pois qui portent les allèles de nodulation et de non nodulation d'un gène spécifique de la nodulation. Ils ont également prouvé que des variations génétiques dans la concentration de l'enzyme photosynthétique RUBISCO sont corrélées à la synthèse de l'ARN messager de sa petite sous-unité.

- Les chimistes de l'équipe de **chimie bioorganique** ont découvert de nouvelles hormones synthétiques qui ont un effet puissant sur la croissance des plantes. L'évaluation des propriétés agronomiques de ces composés se poursuit en 1988, en collaboration avec des chercheurs de l'université de la Saskatchewan et d'autres chercheurs. L'équipe a également entrepris des travaux importants sur la modification du métabolisme des plantes à l'aide de la technologie de l'ADN.

- L'équipe du **métabolisme des cellules végétales** a poursuivi sa mise au point de nouveaux bioréacteurs à cellules végétales et a envisagé de les utiliser dans la production de nouveaux métabolites pharmaceutiques, notamment la sanguinarine. Les premiers succès ont été obtenus dans la régulation de l'expression des gènes intervenant dans certaines voies métaboliques.

Le fait d'avoir remporté deux prix du Fonds du Président pour ses recherches fondamentales innovatrices en 1987 et deux autres prix en 1988 (quatre prix sur un total de dix-huit accordés dans tout le pays) atteste encore cette année du haut niveau scientifique atteint par les laboratoires de l'IBP. Les chercheurs de l'IBP ont publié un nombre record d'articles scientifiques dans des revues consacrées à la recherche en 1987. En reconnaissance de son excellence, l'IBP a obtenu deux autres subventions partagées du CRSNG, de même que des prix pour des coentreprises avec l'industrie. Sur le plan technologique, l'Institut a obtenu deux nouveaux brevets cette année, quatre autres demandes ont été faites et dix licences de développement de technologie ont été offertes. Au cours de 1987-1988, quatre ententes importantes en matière de coentreprises ont été signées, avec le Crop Development Center de l'université de la Saskatchewan, le Saskatchewan Wheat Pool, Vipont Research Laboratories, Inc. et Biothechnica Canada Inc.; un nombre beaucoup plus grand de petits projets en collaboration sont également en cours.

Le succès du programme de recherche de l'Institut et le rôle accru du Conseil national de recherche dans le domaine du transfert de technologie ont incité de plus en plus l'IBP à "faire des affaires". Les plans d'activités commerciales, les demandes actives de brevets et l'attribution de licences, les

négociations en vue de former des entreprises commerciales à risques avec des partenaires industriels ou les ententes écrites avec d'autres organismes concernant des projets de recherche à long terme faisaient rarement partie des activités d'un institut de recherche il y a cinq ans. Aujourd'hui, ces activités sont monnaie courante et une unité de l'Institut est spécialement dédiée aux projets de développement en biotechnologie.

Le programme qui s'adresse aux chercheurs invités a continué de s'accroître au cours de l'année; en effet, de plus en plus d'entreprises, d'universités et d'organismes publics au Canada envoyent du personnel à l'IBP pour y recevoir une formation ou collaborer à des travaux. Les chercheurs invités, dont le nombre a presque atteint 70 cette année, ont constitué l'équivalent de 37 années-personnes en temps de recherche et plus de trois-quarts de millions de dollars en salaire à l'Institut, ce qui indique l'importance de ce programe auprès des organismes participants.

L'intensification des activités de recherches, les liens plus étroits avec l'industrie et les universités et les prévisions de croissance dynamique nécessitent de plus en plus que l'IBP prenne des décisions éclairées. A l'automne de 1987, un nouvel organe consultatif est né, le Conseil de direction de l'IBP. Ce conseil regroupe douze personnes bien informées du gouvernement, du milieu universitaire et du secteur privé qui agissent en tant que conseillers concernant la stratégie à adopter dans le processus de planification de l'avenir de l'IBP.

L'année 1988-1989 sera encore une année productive à l'Institut de biotechnologie des plantes, malgré les restrictions budgétaires persistantes. Nos portes sont ouvertes à la recherche en collaboration avec d'autres organismes publics, des laboratoires universitaires, et surtout avec des entreprises du secteur privé. Nous espérons que le présent Rapport annuel se révélera utile et instructif et qu'il pourra communiquer une partie de la fièvre qui anime ceux qui oeuvrent dans le domaine de la biotechnologie des plantes.

Warren Steck

Warren Steck
(directeur de l'Institut)

F. Constabel

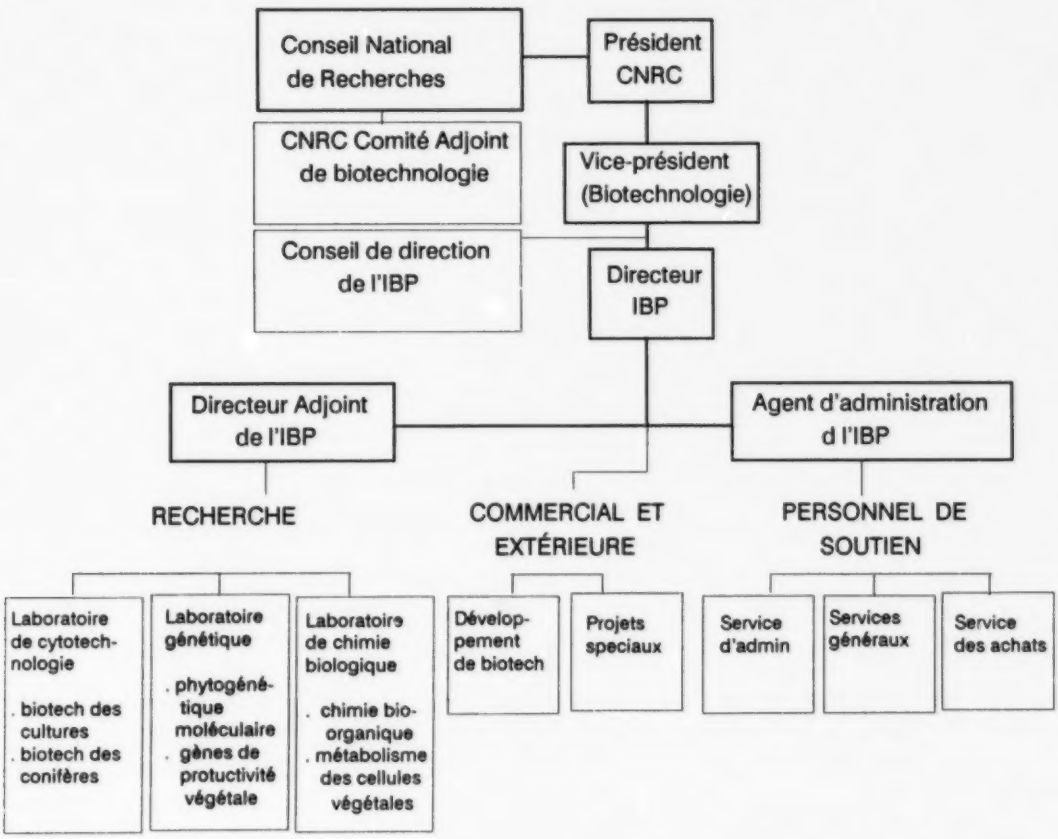
Fred Constabel
(directeur-adjoint de l'Institut)

L'Institut de biotechnologies des plantes, Conseil national de recherches du Canada à Saskatoon.

2. Organigramme et personnel de l'Institut

2.1 Organigramme

L'Institut de biotechnologie des plantes possède la structure habituelle d'une division de laboratoire du Conseil national de recherches, comme on peut le voir dans l'organigramme, et est constitué de sections de recherche, de sections de services ainsi que de sections d'activités commerciales et de collaboration extérieure.



2.2 Conseil de direction

Il fait partie de la politique du Conseil national de recherches que ses laboratoires nationaux soient conseillés par des membres du milieu scientifique concerné; c'est ainsi que le Conseil de direction de l'IBP est né en 1987. Brièvement, son mandat consiste à fournir des avis en matière de planification stratégique et de se prononcer chaque année sur les besoins de ressources de l'Institut. Le président du conseil est Maurice Brossard, vice-président principal (Laboratoires) et vice-président (biotechnologie) du Conseil national de recherches du Canada.

Les autres membres sont :

Guy BELLEMARE, professeur titulaire, Faculté des Sciences, Université Laval (Sainte-Foy, Québec)

Wallace BEVERSDORF, directeur du département de science agricole, Université de Guelph (Guelph, Ontario)*

Anthony FRENCH, agent exécutif principal, Forintek Canada (Vancouver, Colombie-Britannique)

Leo KRISTJANSON, président, Université de la Saskatchewan (Saskatoon, Saskatchewan)

Maurice LALONDE, professeur de biologie, Université Laval (Sainte-Foy, Québec)

Kelvin OGILVIE, vice-président (académique), Université Acadia (Wolfville, Nouvelle-Écosse)

Arthur OLSON, sous-ministre adjoint (recherche), Agriculture Canada (Ottawa, Ontario)

Warren STECK, directeur, Institut de biotechnologie des plantes, CNR Canada (Saskatoon, Saskatchewan)

Ted TURNER, président, Prairie Pools Inc. (Regina, Saskatchewan)

Gordon WELLS, agent exécutif principal, Biotechnica Canada (Calgary, Alberta)

John WILLIAMS, directeur du département de botanique, Université de Toronto (Toronto, Ontario)

Le Conseil s'est réuni deux fois au cours de l'année financière, le 18 novembre 1987 et le 10 mars 1988. Les deux réunions ont eu lieu à Saskatoon.

---

* était vice-président d'Allelix Agriculture (Mississauga, Ontario) au moment de la nomination

2.3 Personnel, chercheurs affiliés et chercheurs invités en 1987-1988

Un astérisque (*) indique un emploi temporaire. Certains employés n'ont pas fait partie du personnel toute l'année.

Directeur : Warren F. STECK, B.Eng. (McGill); Ph.D. (Saskatchewan)

Directeur adjoint : F. CONSTABEL, Dr. res. nat. (Gottingen), Dr. Habil. (Bonn)

Agent administratif : Joan L. YORKE

Chercheurs principaux :

W.G.W. KURZ, Ph.D. (Vienne)
E.W. UNDERHILL, B.S.P., M.Sc. (Saskatchewan), Ph.D. (Rhode Island)

Chercheurs supérieurs :

P.S.S. DAWSON, B.Sc., M.Sc. (Birmingham); Ph.D. (Saskatchewan)
D.I. DUNSTAN, B.Sc., Ph.D. (NE London Polytechnic)
K.N. KAO, B.S. (Chung-Hsing, Chine); M.S.A. (Guelph); Ph.D. (Saskatchewan)
K.K. KARTHA, B.Sc. (Saugar); M.Sc. (Jawaharlal); Ph.D. (New Delhi)
S.L. MacKENZIE, B.Sc., Ph.D. (Edinburgh)
J.D. MAHON, S.Sc. (Western Ontario); M.Sc., Ph.D. (Queen's)
G.P. SLATER, B.Sc. (Aberdeen); M.Sc. (Saskatchewan); Ph.D. (Queen's, Belfast)

Chercheurs associés :

S.R. ABRAMS, B.Sc. (Carleton); Ph.D. (Dalhousie)
J.J. BALSEVICH, B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Colombie-Britannique)
W. CROSBY, B.Sc. (Colombie-Britannique); Ph.D. (Edinburgh)
A.J. CUTLER, B.Sc. (Wales); Ph.D. (Florida State)
F. GEORGES, M.Sc. (Brock); Ph.D. (Ottawa)
J.W.D. GROOTWASSINK, B.Sc., M.Sc. (Wageningen); Ph.D. (Calgary)
S. HEMMINGSEN, B.Sc. (Colombie-Britannique); Ph.D. (Queen's)
S.L.A. HOBBS, M.A. (Cambridge); B.A., D. Phil. (Calgary)
M.S. LAPP, B.Sc., M.Sc. (York); Ph.D. (Alberta)
M. MAZUREK B.S.A. (Saskatchewan)
L.M. NELSON, B.Sc. (Western Ontario); Ph.D. (Calgary)
L.E. PELCHER, B.S. (Aquinas); M.S., Ph.D. (Michigan State)
R.D. REICHERT, B.Sc., Ph.D. (Saskatchewan)
G. SELVARAJ, B.Sc. (Bangalore); M.Sc., Ph.D. (Carleton)
R.T. TYLER, B.S.A., Ph.D. (Saskatchewan)

Chercheurs adjoints :

V. DELUCA, B.Sc. (Concordia); M.Sc. (Queen's); Ph.D. (Westen Ontario)
M. SALEEM, B.Sc., M.Sc. (Pakistan); M.Sc. (Laurentian); Ph.D. (Western Ontario)
J. TAYLOR, B.Sc. (Iowa State); Ph.D. (Washington State)
E.W.T. TSANG, B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Saskatchewan)

Agents du Conseil de recherches :

J. Sylvan KATZ*, B.Sc., M.Sc. (Saskatchewan)
T. Martin MALLARD

Boursiers du CSRNG (subventionnés par l'IBP) :

F. BEKKAOUI*, B.Sc. (Berkane);
M.Sc. (Tours, France); Ph.D. (Paris)
L. KLIMCZAK*, M.Sc. (Biologie); Ph.D. (Wurzburg)
L.A.K. NELSON*, B.Sc. (U.S.T.); Ph.D. (Alberta)
M.S.C. PEDRAS*, B.Sc., M.Sc. (Porto);
Ph.D. (Alberta)

Chercheurs associés :

J.G. BOOTHE*, B.Sc., Ph.D. (Western Ontario)
C.P. CHANWAY*, B.Sc., B.S.A. (Manitoba);
M.Sc., Ph.D. (Colombie-Britannique)
S. CHEVADEJ*, B.Sc., M.Eng. (Chulalongkorn);
Dr Res. Nat. (Heidelberg)
R. CHIBBAR*, B.Sc., M.Sc. (Meerrut);
Ph.D. (Panjab); Ph.D. (Western Ontario)
A. GOOD*, B.Sc. (Trent); M.Sc. (Windsor);
Ph.D. (Ottawa)
A. HUSSAIN*, B.Sc. (Iraq); Ph.D. (Aston)
J.C. JAIN*, B.Sc. (Rajasthan); Ph.D. (Jodphur)
E.J. KENDALL*, B.Sc., M.Sc. (Dalhousie); Ph.D. (Guelph)
M.F. LeGAL*, D.E.A., Ph.D. (Nantes, France)
J.L.R. MARTEL*, B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Laval)
W.J. NEWSTED*, B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Western Ontario)
N.L. PAIVA*, B.Sc. (Harvey Mudd), Ph.D. (M.I.T.)
K.A. PIVNICK*, B.Sc. (Colombie-Britannique); Ph.D (Laval)
J. QURESHI*, B.Sc., M.Sc. (Karachi);
Ph.D. (Liverpool)
D.S. RAJU*, B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Andhra)
I. ROEWER*, M.Sc., Ph.D. (Muenster)
D. TAYLOR*, B.Sc., Ph.D. (Carleton)
L.W. THOMSON*, B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Alberta)
R.J. WESELAKE*, B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Manitoba)

Chercheurs invités

Alain DAVID*, B.Sc., M.Sc. (Bordeaux);
Ph.D. (Paris)

Techniciens de laboratoire

David BALISKI
Carla BARBER, B.Sc. (Saskatchewan)
Dennis BARTON, B.Sc. (Sastkatchewan)
Mary BECKIE, B.Sc. (Saskatchewan)
Colleen BENNETT*, B.S.T. (K.I.A.A.S.)
Terry BETHUNE, B.Sc. (Saskatchewan)
Greg BISHOP, B.Sc. (Saskatchewan)
Cheryl BOCK, B.Sc. (Saskatchewan)
Karen CASWELL, B.S.A., M.Sc. (Saskatchewan)
K. Brock CHATSON
Maxine COFFEY, B.L.T. (Regina)
Janet CONDIE, B.Sc. (Queen's)
Catherine DELONG, B.S.A., B.Sc. (Saskatchewan)
Maureen DENNIS, B.Sc. (Saskatchewan)
John DYCK*
Don DYMOND
Mike GIBLIN
J. HAMMERLINDL
Rozina HIRJI, B.Sc. (Makerere)
Lawrence HOGGE
Les HOFFMAN
David HORN
Connie KNAPP
Diana KNEESHAW, B.Sc. (Saskatchewan)
Allen KOLENOVSKY
Nick LEUNG, B.Sc. (Saskatchewan)
Cliff MALLARD
John MAGUS, B.Sc. (Saskatchewan)
Jana MALINEK, B.Sc., M.Sc. (Palacky)
Morris MICHAYLUK
Melanie OLSON*, B.Sc. (Saskatchewan)
Doug OLSON, B.S.T. (K.I.A.A.S.)
Keith PAHL
Barry PANCHUK
Bob PAPISH, B.Sc. (Saskatchewan)
Sandra POLVI, B.S.T. (K.I.A.A.S.)
Darwin REED, B.Sc. (Saskatchewan)
Don SCHWAB
Angela SHAW, B.Sc. (Saskatchewan)
Jerry SHYLUK
Lee STEINHAUER, B.A. (Saskatchewan)
Don TENASCHUK, B.Sc. (Saskatchewan)
Maureen WOOD*, B.S.T. (K.I.A.A.S.)

Services administratifs

Cheryl BITZ
Rosemarie GALLAYS
Dawn LARSON
Kathy SEABROOK
Carol WALKER
Kathy WILSON

SERVICES D'APPROVISIONNEMENT :

Olga COATES
Jill HORN
Terry MAZURKEVICH
Jim McHARG
Irene PHILIPCHUK
Bill WILEY

Illustrations de recherche :

Ed KNAPP

Services généraux :

Bill BRUNWELL
Armand FENDELET
Harry HOLFELD
Rick McDONALD
George REYNOLDS
Wayne STANKEWICH

Projets spéciaux :

Lorraine BLASHILL

Adjoints d'été* (1987)

Francis CHAN
Sophie GIRARD
Daniel GLAESKE
Thierry LEGROS
Madeleine LÉVESQUE
Laurie LITWINSON
Chrystal McNABB
Adrienne NIKIFORUK
Marc PILON
William STIRTON
Howard VANZEGEREN
Michael WILSON

Étudiant coop* (1987)

Michael WILSON

Chercheurs affiliés à l'Institut

John H. BORDEN*, Ph.D. (California), professeur de sciences biologiques, Université Simon Fraser (Burnaby, C.-B.)

Lawrence FOWKE*, Ph.D. (Carleton), professeur de biologie, Université de la Saskatchewan (Saskatoo, Sask.)

Bryan L. HARVEY*, Ph.D. (California), professeur et chef du département de science agricole et d'écologie végétale, Université de la Saskatchewan et directeur du Saskatchewan Crop Development Center (Saskatoon, Sask.)

Wilfrid A. KELLER*, Ph.D. (Saskatchewan), chef de la section de génie génétique, Centre de recherches phytotechniques, Agriculture Canada (Ottawa, Ont.)

Ann OAKS*, Ph.D. (Saskatchewan), professeur de biologie, Université McMaster (Hamilton, Ont.)

A.C. OEHLSCHLAGER*, Ph.D. (Oklahoma State), professeur de chimie, Université Simon Fraser (Burnaby, C.-B.)

Trevor L. THORPE*, Ph.D. (California), professeur de biologie, Université de Calgary (Calgary, Alberta)

G.H. Neil TOWERS, Ph.D., (Cornell), professeur de biologie, Université de Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Chercheurs invités à l'Institut*

Garth Abrams, Université de la Saskatchewan
Sola Akingbala, Université d'Ibadan
Jesus Alvaraz, Gouvernement de l'Espagne
Alison Baillie, Université de la Saskatchewan
V.K. Bansal, Agriculture Canada
Colleen Bennett, Manpower Temporaty Services
Lesley A. Boyd, Université de la Saskatchewan
Robin Browne, Université de la Saskatchewan
H. Cheng, Genetic Institute of Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing, Chine
W. Cramerstetter, Cramer Nursery Inc.
Normand Chevrier, Université du Québec
Jim Cunningham, Philom Bios Inc.
Hélène David, Université de Bordeaux
Laurence Davin, Université Paul Sabatier
A. Dolemeyer, Université de la Saskatchewan
Udo Eilert, Université de Braunschweig
Jackie Frovarp, Université de la Saskatchewan
Basu V. Gantotti, Philom Bios Inc.
Phil Gorin, Univ. Federal do Parana, Brésil
Linda Gray, Université de la Saskatchewan
D. Harcus, Université McGill
George Haughn, Université de la Saskatchewan
Harriet Hemmingsen, University Queen's
Gordon Holtslander, Philom Bios Inc
Barry Holwerda, Université de la Saskatchewan
L. Hongchao, Beijing Academy of Agricultural Science
Doreen Hnatko, Industrial Research & Development Ltd.
B. Jarvis, Université de la Saskatchewan
Funmi Joseph, Université de la Saskatchewan
Susan Kikcio, Université de Calgary
Kristina Komendant, Philom Bios Inc.
Cathy Kuiack, Philom Bios, Inc.
Laurie Litwinson, Université de la Saskatchewan
Ben Lui, Philom Bios, Inc.
C. Mak, Université de la Saskatchewan
Arlene Malone, Philom Bios Inc.
Jim Malone, Philom Bios Inc.
Jocelyne Martel, Manpower Temporary Services
Linda McGregor, Saskatchewan Wheat Pool
E. Nater, Université de la Saskatchewan
N. Nehra, Université de la Saskatchewan
Y. Niu, Université de la Saskatchewan
Brian Orshinsky, Saskatchewan Wheat Pool
E. Perucco, Conseil national de recherches de l'Italie
Ruth Powers, Université de la Saskatchewan
Martin Reaney, Université de la Saskatchewan
Charlotte Rijnders, University de Leiden. Pays-Bas
Kevin Rozwadowski, Université de la Saskatchewan
P.K. Saxena, Université de la Saskatchewan
Brent Selinger, Université de la Saskatchewan
N.P. Shayo, Université de la Saskatchewan
John Sheppard, Institut de recherches en biotechnologie
Sharon Sprout, Université de la Saskatchewan
Dan Stewart, Blueberry Acres Ltd.
Tom Tautorus, Stange Canada Inc.
Leena Toivonen, Académie finlandaise des sciences
Hong Wang, Université de la Saskatchewan
Linda Wong, Université de la Saskatchewan
Adrienne Woytowich, Université de la Saskatchewan
Zinjie Xia, Université de la Saskatchewan
Jia, Xia, Université de la Saskatchewan
P. Yeung, Women in Technology

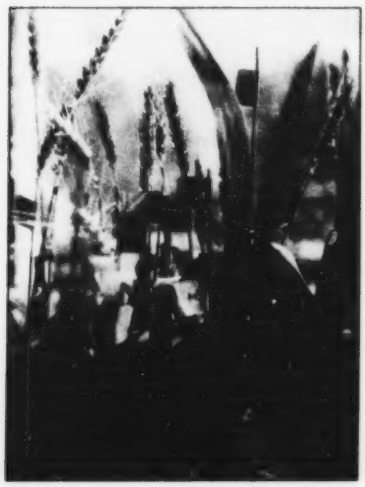
3. Laboratoire de cytotechnologie

Chef du laboratoire : K.K. Kartha

3.1 Aperçu

Le laboratoire de cytotechnologie met au point et utilise des techniques in vitro de culture de cellules végétales. Ces techniques constituent un point fort de l'Institut depuis les tous premiers travaux qu'il a amorcés dans ce domaine dans les années 1960; le Laboratoire de cytotechnologie continue d'offrir l'une des meilleures expertises et se classe parmi les meilleurs établissements dans ce domaine au Canada. Dans les travaux actuels dans le domaine de la biotechnologie des cultures et de la biotechnologie des conifères, on met au point et on utilise des méthodes de manipulation cellulaire dans deux systèmes réputés pour présenter des difficultés : les plantes monocotylédones comme le blé, l'orge et le maïs; et les gymnospermes comme les conifères.

En 1987-1988, Le Laboratoire a pris de l'expansion grâce à la construction d'un nouveau laboratoire sur les conifères et à l'acquisition et à l'agrandissement d'un autre laboratoire destiné à des travaux en biologie moléculaire. D'autres chambres et cabinets de croissance sont venus améliorer les installations du Laboratoire en matière d'expérimentation sur les cellules et les plantes et l'acquisition de nouveaux appareils a augmenté nos capacités en biologie moléculaire.



L'inflorescences de blé marquées pour indiquer la stade de développement d'anther.

3.2 Projet de biotechnologie des cultures

3.2.1 Personnel de l'équipe

Chercheurs

K.K Kartha (chef), F. Constabel, A. Cutler, P. Dawson, F. Georges, K.N. Kao, S. Reichert, M. Saleem

Techniciens

K. Caswell, M.A. Coffey, D. Horn, N.L. Leung, M.K. Loewen, C.S. Mallard, M. Michayluk, K. Pahl, B. Papish, S. Polvi, J.P. Shyluk, L. Steinhauer

Chercheurs associés

J. Boothe, R. Chibbar, E. Kendall, J. Newsted, J. Qureshi

Chercheurs invités

S. Akingbala, A. Baillie, H. Cheng, W. Cramerstetter, N. Chevrier, A. Dolemeyer, L. Hongchao, C. Mak, L. McGregor, E. Nater, N. Nehra, Y. Niu, B. Orshinsky, P.K. Saxena, B. Selinger, N.P. Shayo, J. Sheppard, H. Wang, L. Wong, J. Xia

Adjoints d'été

S. Girard, T. Legros, H. Vanzegeren

3.2.2 Objectifs et contexte

(1) Produire des prototypes de plants de blé et d'orge présentant des qualités supplémentaires particulières de résistance aux herbicides et au froid.

(2) Produire des prototypes de plants d'oléagineux présentant une résistance au froid ou aux herbicides.

3.2.3 Progrès réalisés en 1987-1988

Cette année, les chercheurs de l'équipe ont concentré leurs travaux dans deux domaines : les techniques in vitro de sélection cellulaire et de régénération de blé et d'orge et la biologie moléculaire de la résistance des cellules au froid et de la régénération cellulaire.

3.2.3.1 Cytotechnologie des céréales

Des travaux ont été amorcés en 1986-1987 sur la manipulation in vitro des céréales. Ils ont comme objectif la sélection de variétés de blé de printemps résistantes aux herbicides et au froid.[1]

L'un des principaux problèmes qui freinent les progrès en biotechnologie des céréales est la difficulté de régénérer à coup sûr des plants complets à partir de cultures de cellules, particulièrement à partir de protoplastes. Les chercheurs ont consacré une partie importante de leur temps cette année à tenter de régler ce problème qui est particulièrement épineux dans le cas du blé.

Systèmes de régénération du blé

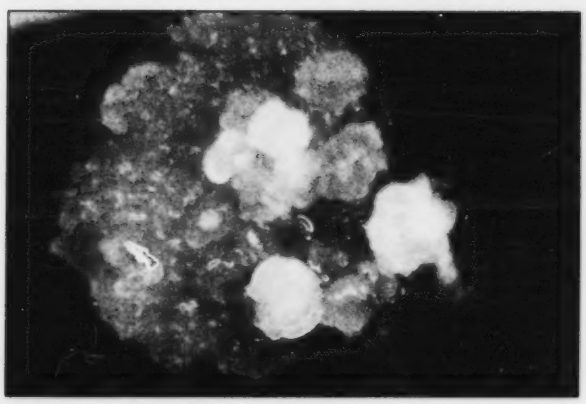
Nous avons mis au point des méthodes de culture in vitro de tissus provenant de divers génotypes de blé de printemps. Les génotypes étudiés ne présentaient pas tous la même capacité de production de cals morphogéniques ou embryogéniques et les génotypes obtenus pouvaient être supérieurs ou inférieurs (en ce qui concerne leur aptitude à être

---

[1] *Une partie du travail sur le blé a été effectué dans le cadre d'un projet de recherche conjoint avec le Saskatchewan Wheat Pool grâce au progamme d'aide à la recherche industrielle du CNR.*

Figure 1

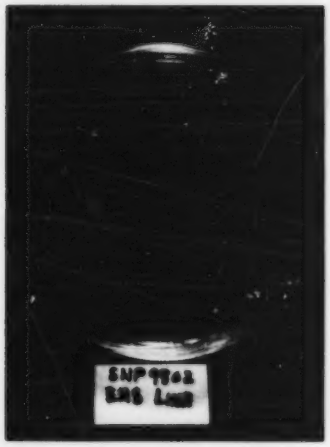
La culture de jeunes embryons ramassée 21 jours après floraison. Noter la germination sans l'acide abscisique (AAB), et l'inhibition totale en la présence de l'acide abscisique.



Le cal induit d'embryons zygotiques mûrs en presence d'acide abscisique (AAB); noter l'abondance de production d'embryons somatiques (en haut) et le développement limité (à gauche).

cultivés in vitro). Dans les programmes futurs de développement de variétés, l'incorporation de caractères responsables de l'aptitude à être cultivé in vitro pourrait être souhaitable afin que des variétés soient disponibles pour les manipulations génétiques. A partir du plasma germinatif disponible, nous avons sélectionné un génotype présentant une très bonne aptitude à la culture et un autre présentant une très mauvaise aptitude. Par croisements réciproques entre ces deux génotypes, nous avons obtenus des hybrides présentant un grande capacité de régénération in

Figure 2



Une source de cal après 2 ans de repliquage. Point de perte de capacité de régénération.

vitro. Grâce à la méthode de sous-culture de lignées de cals étroitement contrôlée que nous avons mise au point, nous avons surmonté le problème de la diminution du pouvoir de régénération des cals cellulaires avec le temps. Ce problème a fait longtemps échec à la sélection in vitro. Nous pouvons maintenant amorcer des cultures morphogéniques ou embryogéniques et les maintenir indéfiniment dans cet état. On peut ainsi effectuer des expériences très pertinentes.

Nouveaux explants pour les cultures de blé

Les céréales offrent un choix très limité d'explants permettant l'obtention de cals morphogéniques ou embryogéniques. La source la plus courante et la plus fiable de telles cultures est l'embryon immature. D'après notre expérience, les embryons immatures prélevés 10 à 14 jours après l'anthèse possèdent des hypoblastes qui prolifèrent en culture pour donner des cals. Les embryons prélevés plus de 14 jours après l'anthèse se sont très mal comportés en culture; Ils possédaient habituellement des hypoblastes quiescents et déjà germés. Ces embryons produisent très peu ou pas de cals et ceux qui sont produits ne peuvent habituellement pas régénérer des plants. L'addition d'acide abscisique à des embryons matures excisés a renouvelé l'expression de plusieurs séquences embryogéniques. Nous avons montré qu'un supplément d'acide abscisique rétablit la juvénilité chez les vieux embryons. Cette méthode permet d'augmenter la régénération des vieux embryons d'un facteur pouvant atteindre dix fois. Ces résultats ont permis d'obtenir des cultures compétentes à partir d'embryons qui auparavant semblaient inutiles et ont ainsi augmenté la gamme des explants exploitables.

Variations somaclonales chez le blé

Les variations induites au niveau microscopique in vitro donnent des cultures non uniformes qui peuvent constituer des sources utiles de variations au niveau du plant complet. Nous avons généré une grande population de variants (somaclones) à partir de plusieurs génotypes de blé (cultivar HY320) et avons soumis les plants régénérés à des essais au champ en 1987. Nous avons enregistré des variations dans la taille des plants, leur maturité, le nombre de grains par épi et le poids de cent grains. Nous avons identifié plusieurs variants qui pourraient faire partie des essais de rendement en 1988.

Sélection in vitro de la résistance aux herbicides

Notre capacité d'obtenir en grande quantité et de maintenir des cultures compétentes de cals nous a permis d'effectuer des expériences de sélection in

vitro à la recherche de cultivars moins sensibles au glyphosate. le glyphosate est un puissant herbicide de post-levée qui agit contre diverses mauvaise herbes, mais la sensibilité des cultivars de blé à cet herbicide en limite l'usage.

Nous avons recherché et trouvé une forme de résistance au niveau cellulaire. Nous avons choisi les cellules qui ont survécu à une exposition à de fortes concentrations de glyphosate et avons fait régénérer des plants complets; nous avons ensuite cultivé ces plants jusqu'à maturité et nous avons prélevé les graines pour les planter et les évaluer en 1988.

Caractérisation de cals de blé cryopréservés

L'aptitude d'un plant à supporter un stress intense causé par le gel semble relié à la composition de ses membranes. Par exemple, l'acclimatation au froid provoque une désaturation progressive des lipides des membranes et une modification de la teneur en α-tocophérol. On a en outre observé la modifications de composantes protéiques dans les membranes. Le rapport entre les modifications observées dans les membranes et la tolérance au froid constitue le sujet de nouvelles recherches auxquelles collabore l'IBP[2]. Ces recherches ont pour objectif la compréhension des mécanismes de survie des lignées de cals cryopréservés, l'élucidation du rôle de la protéine antigel dans l'abaissement du point de congélation des tissus végétaux et la définition du rôle du α-tocophérol comme élément stabilisant des membranes.

Une analyse biochimique a révélé qu'il n'y avait aucune différence entre la teneur en acides gras totaux de la lignée de cals SWP9302 et celle de la lignée parentale (9302), celle de la lignée mutante (9302EMS) et celle de la lignée mutante cryopréservée (lignée Star), mais les lignées 9302EMS et Star renfermaient relativement plus de stérols et d'acides gras saturés que les lignées parentales.

Nous avons déterminé l'efficacité des protéines antigel de poisson dans l'abaissement du point de congélation des tissus végétaux en utilisant l'analyse thermique différentielle pour mesurer la résistance à la congélation de feuilles de Arabidopsis thaliana infiltrées par des protéines antigel. Nous avons observé une diminution significative du point de congélation à des concentrations initiales de protéines de l'ordre de 0,1%. L'effet était spécifique aux protéines de type antigel. Ces résultats ont ouvert la voie à des expériences de génie génétique en 1988.

Systèmes de régénération de l'orge[3]

Les chercheurs de l'IBP ont mis au point des systèmes permettant une fréquence élevée de régénération de plants à partir d'embryons immatures de cultures d'orge Ellice et Heartland. Nous avons évalué le pouvoir de régénération d'embryons cultivés dans des milieux renfermant diverses concentrations de 2,4-D et de 2,4,5-T. La germination des embryons était de moins en moins précoce à mesure que la concentration des auxines augmentait dans le milieu. Jusqu'à 95% des embryons de la variété Ellice ont produit des pousses (en moyenne 4,3 par cal). Cinquante-cinq pour cent des embryons de la variété Hartland ont produit en moyenne 3,7 pousses par cal. Les embryons des variétés Argyle et Harrington ont produit très peu ou pas de pousses dans l'un ou l'autre des milieux.

Nous avons transféré les pousses pour obtenir la formation de racines puis, après plusieurs se-

---

[2] *Collaborateurs: Prof. B.D. McKersie (Université de Guelph) et Prof. L.V. Gusta (Université de la Saskatchewan).*

[3] *Nous avons réalisés certains aspects de ces travaux en collaboration avec le département de science agricole et d'écologie végétale de l'Université de la Saskatchewan.*

maines, nous avons mis les plantules en terre dans une serre. Plusieurs centaines de plants sont ainsi parvenus à maturité et les épis récoltés ont été soumis à des essais au champ pour vérifier leur uniformité.

Révélation des bandes G des chromosomes de cellules.

Culture d'anthères d'orge[4]

On peut épargner beaucoup de temps en utilisant des plants haploïdes en sélection végétale. Ces travaux ont pour objet l'amélioration des méthodes de sélection des plants haploïdes.

En 1987, nous avons obtenu de meilleurs résultats dans l'induction de plants à pollen vert à partir de microspores grâce aux méthodes de culure des anthères d'orge à deux rangs; nous avons ainsi obtenu, à partir de microspores, jusqu'à 13 plants à pollen vert par anthère. Nous pouvons maintenant obtenir des plants à pollen vert à partir de microspores pour toutes les lignées ou variétés testées (y compris Bonanza) qui ne produisaient que des plants à pollen albinos il y a quelques années. D'autres travaux sont en cours pour réduire la fréquence des albinos.

Plus de mille plants à pollen vert ont été produits à partir de microspores en 1987. Environ 70% d'entre eux se sont spontanément doublés. Le Crop Development Center a été chargé d'évaluer les semences de ces plants au champ. Les résultats des essais réalisés en 1987 ont indiqué que les lignées obtenues par différentes méthodes présentent en moyenne le même rendement. Toutefois, la méthode de culture des anthères a permis de transférer rapidement la résistance à la tache réticulée de l'orge à six rangs à l'orge à deux rangs.

Révélation des bandes G des chromosomes des plantes

La technique qui consiste à révéler les bandes G est très utile pour identifier les chromosomes individuels chez les hybrides somatiques. La technique est bien rodée pour les chromosomes des mammifères mais elle s'est soldée par des échecs dans le cas des chromosomes des plantes en dépit des efforts de nombreux cytogénéticiens au cours des dernières années. En 1987, nous avons réussi à mettre au point une technique permettant de révéler les bandes G des chromosomes des plantes (voir figure 1)[5].

3.2.3.2 Biologie moléculaire

Protoplastes de céréales récalcitrantes

Plusieurs opérations de sélection et de génie génétique dépendent de la capacité de régénéreration de plants à partir de protoplastes. Avec certaines espèces végétales, comme le tabac, la régénération est maintenant facile, mais pour d'autres, comme les céréales, elle est encore problématique. Ces travaux ont pour but de trouver un moyen de régénérer ces espèces "récalcitrantes".

[4] *Nous avons effectué certains aspects de ces travaux en collaboration avec le département des sciences agricoles et d'écologie végétale de l'Université de la Saskatchewan.*

[5] *Collaboration: Prof. H.C. Wang (Anatomie, Université de la Saskatchewan).*

Une des principales causes d'instabilité des protoplastes de feuilles de céréales est le stress causé par l'oxydation. Nous avons minimisé ce problème en ajoutant un anti-oxydant, le gallate de n-propyle, qui stabilise les protoplastes. Les protoplastes de cellules foliaires de céréales présentent une activité peroxydasique beaucoup plus faible que les protoplastes de cultures de céréales en suspension capables de mitose et de développement normal. Le grossissement et le bourgeonnement excessif qui caractérisent les protoplastes des cellules foliaires des céréales impliquent des dépôts aberrants dans la paroi cellulaire. Diverses formes de peroxydases anioniques, qui apparaissent rapidement dans les cultures de protoplastes en suspension, semblent induire la formation de la paroi cellulaire et la mitose. Nous avons constaté qu'elles sont synthétisées de novo et nous avons montré que certaines sont associées spécifiquement à la zone méristématique et totipotente à la base des feuilles de maïs et de blé. Une culture de protoplastes de brome en suspension traités par des inhibiteurs de la peroxydase a fourni d'autres données sur le rôle de la peroxydase dans la formation de la paroi cellulaire; dans ces conditions, les protoplastes ont augmenté de volume et ont bourgeonné tout en se divisant normalement.

Tolérance au gel chez les plantes

On a obtenu en 1986-1987, grâce à un contrat accordé par le Fonds de la biotechnologie des plantes[6], des quantités appréciables de protéine antigel pure tirée du flet qui seront utilisées dans des expériences sur l'utilisation de la protéine pour protéger les tissus végétaux contre le gel. Avec des cellules foliaires de Arabidopsis thaliana, en présence d'un excès de glace comme agent de nucléation, l'infiltration de protéine antigel n'a pas abaissé de façon tangible le point de congélation des tissus. Toutefois, en l'absence d'un agent de nucléation, la protéine antigel a provoqué une surfusion des tissus de plusieurs degrés. Cette protéine semble donc utile pour protéger les plantes susceptibles (comme la pomme de terre ou le canola de printemps) contre les gels intempestifs. Après avoir montré l'efficacité de la protéine antigel chez les cellules végétales, nous avons poursuivi nos efforts en vue de fabriquer des plants incluant le gène codant pour cette protéine. Nous avons donc fabriqué un vecteur végétal renfermant un gène synthétique correspondant à la protéine antigel du flet susmentionnée, destiné à être introduit par électroporation dans les protoplastes végétaux. Les premières expériences ont révélé une expression mesurable du gène.

Marqueurs de l'embryogénèse

Nous avons terminé nos recherches sur les marqueurs biochimiques ou moléculaires de l'embryogénèse chez les cultures utilisées pour sélectionner le matériel capable de régénération. Dans des extraits de cellules de carotte en suspension, nous avons identifié des isoenzymes de l'aryl estérase indiquant la présence d'une embryogénèse somatique. Le diagramme électrophorétique de cette estérase était le même dans les suspensions de cellules capables de régénération et dans les suspensions d'embryons à divers stades de développement.

---

[6] *Contrat (1986-1987): Université Memorial de Terre-Neuve. Prof. G. Fletcher.*

3.3 Projet de biotechnologie des conifères

3.3.1 Personnel de l'équipe

Chercheurs

D. Dunstan (chef), A. David (chercheur invité), M. Lapp

Techniciens

T. Bethune, C. Bock, J. Malinek

Adjoints de recherche

E.W.T. Tsang

Boursier du CRSNG

F. Bekkaoui

Chercheurs invités

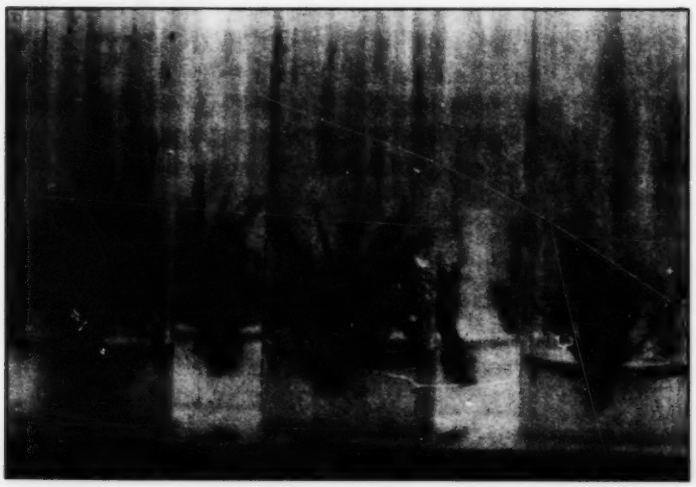
R. Browne, H. David, D. Hnatko, S. Kikcio, D. Stewart, T. Tautorus

Adjoints d'été

D. Glaeske, M. Pilon

3.3.2 Objectifs et contexte

Les forêts du Canada de l'avenir devront être composées d'arbres de qualité pour la production du bois de charpente, d'arbres pour la production de pâtes et de papier, qui devront croître rapidement, résister aux maladies et tolérer tous les types de stress liés à l'environnement, tels les insectes nuisibles, le climat et les sols. Cette équipe a pour objectif la mise au point de biotechnologies permettant la multiplication et l'amélioration des forêts de conifères pour produire des arbres de qualité supérieure, d'élite ou issus de manipulations génétiques. Les techniques utilisées par l'IBP pour obtenir de tels arbres font appel à la MULTIPLICATION DES PLANTS (organogénèse, embryogénèse somatique) et à l'AMÉLIORATION DES PLANTS (culture de protoplastes et transformation génétique).



Microboutures de Douglas obtenues à partir de bourgeons dormants par la technique de micropropagation.

3.3.3 Progrès réalisés en 1987-1988

3.3.3.1 Multiplication des plants

Chez le sapin de Douglas, nous avons perfectionné l'induction de bourgeons latéraux et l'élongation de pousses primaires. Nous avons cherché à optimiser le repiquage et avons réussi à obtenir une lente production de racines sur des pousses qui ont été repiquées au cours des deux dernières années. Toutefois, nous n'avons pas réussi à améliorer la survie des premiers explants de bourgeons au cours de la période critique qui s'étend de la neuvième à la quinzième semaine suivant l'inoculation.

Nous avons mis au point une technique permettant d'obtenir une fréquence élevée d'induction de bourgeons latéraux sur des explants de Picea glauca mais nous n'avons pas encore réussi à induire une élongation régulière et satisfaisante des pousses primaires.

Sapin de Douglas (Pseudotsuga menziesii)

Les recherches en 1987-1988 ont porté surtout sur la réduction des pertes d'explants entre la neuvième et la quinzième semaine après l'inoculation. Nos études précédentes avaient indiqué que l'addition de nitrate d'ammonium dans le milieu à raison de 0,4 g/L était optimale pour l'induction de bourgeons latéraux, lorsque cette addition était faite seulement dans les six premières semaines de culture[7]. Les travaux se sont poursuivis sur l'optimisation de la concentration de sucrose et ont montré que la concentration idéale est 2,5%. Des photopériodes de 24 h ou de 16 h ont donné les mêmes résultats, que la source lumineuse soit une lumière fluorescente ou incandescente. La benzyladénine a provoqué l'apparition de bourgeons latéraux sur les pousses repiquées. Ils étaient très anormaux après un traitement de trois semaines mais plus ou moins normaux après une semaine de traitement, ce qui donne à penser que des applications ponctuelles du produit pourraient être plus efficaces. Nous avons également essayé d'obtenir des pousses de meilleure qualité et en plus grande quantité dans un système de repiquage et d'induire la formation de racines sur des pousses repiquées in vitro. Dans les expériences sur la production de racines, nous avons étudié les effets des auxines, des sels et du sucrose. Tous les traitements ont donné des cals mais il y avait moins de cals chez les pousses témoins. Jusqu'à maintenant, 6 pousses (1% des pousses) présentaient des structures distinctes ressemblant à des racines. Ces structures n'ont pas présenté d'élongation dans un milieu à base de gélose, ni dans une solution de Knop. Aucun traitement particulier ne favorisait leur production. Des essais intensifs de culture d'organes chez l'épinette (Picea glauca) et chez le pin tordu (Pinus contorta) n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

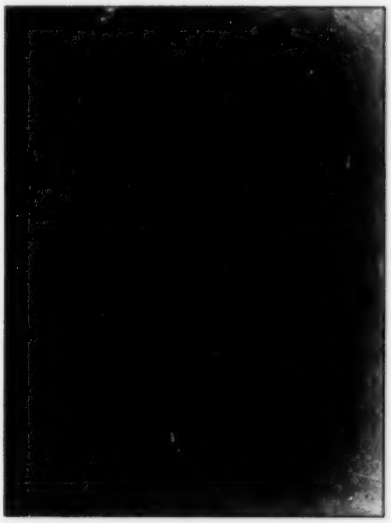
Dans les études d'embryogénèse somatique en 1987-1988, nous avons utilisé des analogues de l'acide abscisique pour stimuler le développement d'embryons somatiques de conifères en plantules transplantables. Dans des cultures en suspension, les embryons somatiques voient leur développement inhibé et peuvent se multiplier environ trois fois par semaine. Nous avons réussi à obtenir la maturation d'embryons en plantules à l'aide d'acide abscisique incorporé dans un milieu solide à base de gélose pendant une période de 35 jours. Nous n'avons toutefois récupéré que 2% des embryons introduits au départ dans le milieu de culture. L'induction de l'embryogénèse somatique à partir de zygotes de pin gris (Pinus banksiana) s'est révélée encore plus difficile.

---

[7] *Collaboration: Prof T. Thorpe et Prof. M. Maloney (Département de biologie, Université de Calgary) et K. Patel (AgriForest Technologies Ltd., Kelowna).*

Pin blanc de l'Ouest (Pinus monticola)[8]

Nous avons amélioré la production de pousses à partir d'embryons en modifiant le milieu et en utilisant la benzyladénine comme stimulant. Il y avait des interactions significatives entre certains des paramètres testés. Le taux d'élongation et d'enracinement des pousses a atteint 50%, le meilleur taux jamais atteint. Les pousses enracinées ont été repiquées dans un mélange hydroponique et 413 des 509 plants ont survécu jusqu'à maintenant. C'est l'espèce qui a donné les meilleurs résultats pour la capacité d'enracinement au cours des expériences de micromultiplication.



Attachement d'Agrobacterium à une cellule obtenue à partir de protoplaste de l'épinette blanche (en bas à gauche).

3.3.3.2 Amélioration des plantes

Protoplastes[9] et génie génétique

Ces recherches ont permis de préciser les exigences de l'isolation des protoplastes et de la régénération subséquente des embryons somatiques à partir de suspensions d'épinette blanche embryogénique. Il n'a pas encore été possible d'obtenir des plantules à partir de ce matériel de régénération, mais l'obtention d'embryons à partir de protoplastes constitue une percée majeure qui a permis d'amorcer des travaux de transfert de gènes. Des travaux de transfert direct de gènes et de co-culture ont été amorcés à la fin de 1987 pour établir des protocoles et pour étudier différents moyens possibles de transfert de gènes marqueurs. L'épinette blanche était la principale espèce cible. Nous disposions de cellules hypothétiquement transgéniques en mars 1988.

---

[8] *Collaboration: Service canadien des forêts (Victoria).*

[9] *Collaboration: Prof. L. Fowke (Département de biologie, Université de la Saskatchewan).*

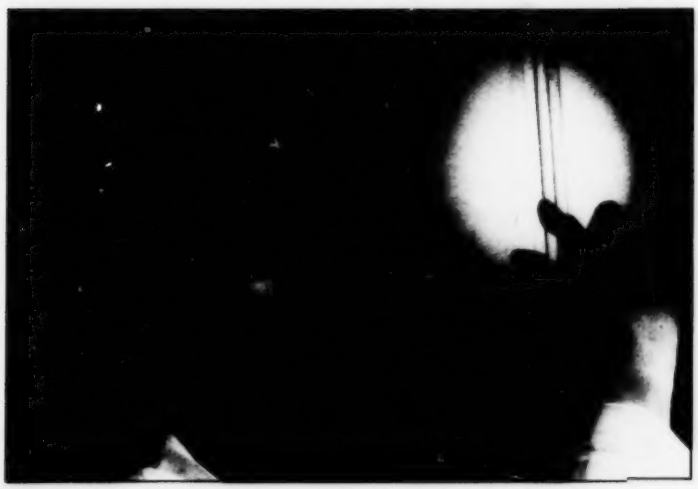
4. Laboratoire de technologie génétique

Chef de laboratoire : W.L. Crosby, Ph.D.

4.1 Aperçu

Le Laboratoire de technologie génétique s'occupe principalement des techniques de recombinaison de l'ADN utilisées dans les travaux de génie génétique des plantes. Devenu l'un des principaux laboratoires de l'Institut en 1984 seulement, le laboratoire de technologie génétique fournit de puissants outils d'amélioration des cultures que d'autres approches ne permettent pas d'obtenir. Le Laboratoire s'efforce de mettre des installations et du personnel de haute qualité à la disposition des centre de recherche et de développement canadiens. L'équipe de phytogénétique moléculaire et l'équipe qui étudie les gènes de productivité végétale, les deux équipes faisant partie du Laboratoire de technologie génétique, ont déjà établi des liens solides avec d'autres équipes de l'IBP et avec des collaborateurs extérieurs.

Le Laboratoire comptait deux sections de plus en 1987-1988 (il y en a actuellement sept) et a fait l'acquisition de plusieurs appareils importants, notamment un synthétiseur d'oligonucléotides, tant pour les besoins internes que externes.



La technicienne Maureen Dennis mesure la hauteur des pics sur un 'rocket' gel d'un immuno-electrophorégramme.

4.2 Projet de phytogénétique moléculaire

4.2.1 Personnel de l'équipe

Chercheurs

W.L. Crosby (chef), S.M. Hemmingsen, L.E. Pelcher, G. Selvaraj, J.L. Taylor

Techniciens

C. Barber, C. Bennett, J. Condie, J. Hammerlindl, R. Hirji, D. Kneeshaw, M. Olson, D. Schwab, M. Wood

Adjoints de recherche

A. Hussain, A. Good, D. Raju

Boursier du CRSNG

L. Klimczak

Chercheurs invités

C. Bennett, L.A. Boyd, D. Harcus, H. Hemmingsen, B. Holwerda, E. Perucco, K. Rozwadowski, A. Woytowich, Z. Xia

Adjoints d'été

M. Levesque, A. Woytowich

4.2.2 Objectifs et contexte

Cette équipe de recherche a comme objectif de créer et de mettre au point des techniques génétiques permettant la transformation génétique des plantes supérieures. Cet objectif assez vaste s'explique par la nouveauté relative de ces types de travaux au CNR et par la nécessité de conserver une certaine souplesse dans un domaine qui progresse de façon phénoménale.

L'année s'est caractérisée par des réalisations ns remarquables, un renforcement considérable du projet, l'arrivée de nouveaux employés et la reconnaissance de l'excellence de l'équipe sous la forme de deux prix du Président. Deux nouveaux chercheurs, Sean Hemmingsen et Janet Taylor, ont monté et mis en marche deux laboratoires qui fonctionnent maintenant à plein régime. En 1987-1988, nous avons commencé des travaux subventionnés en collaboration avec d'autres laboratoires du gouvernement et avec Biotechnica Canada Inc., qui s'ajoutent aux principaux travaux de l'équipe.

Nous continuons à perfectionner surtout les techniques de pointe de recombinaison de l'ADN pour caractériser, insérer et exprimer des gènes non végétaux dans les plantes. Le tabac et Arabidopsis thaliana se sont révélés des espèces expérimentales utiles et le canola (Brassica napus) constitue l'ultime centre d'intérêt.

Le Dr. Sean Hemmingsen (à gauche) du laboratoire de technologie génétique discute avec le Dr. Warren Steck, Directeur de l'IBP.

4.2.3 Progrès réalisés en 1987-1988

4.2.3.1 Techniques de génie génétique utilisées sur le canola

L'objectif de ce projet est de créer et d'utiliser des techniques fiables pour transférer certains gènes étrangers dans le génome de B. napus. Nous avons fait en sorte que des gènes codant pour la tolérance aux herbicides à base de sulfonyle-urée s'expriment de façon fonctionnelle chez le tabac et B. napus, et nous avons isolé et séquencé un nouveau gène de tolérance chez le canola. Nous avons produit dans nos laboratoires, par manipulations génétiques, des plants résistants aux herbicides.

Nous avons amélioré nos protocoles de transformation de telle sorte que plusieurs gènes étrangers ont pu être introduits dans le canola et être transmis dans les descendants. Mentionnons par exemple le transfert de gènes modifiés codant pour les toxines insecticides de Bacillus thuringiensis dans le tabac et le canola.

L'équipe a poursuivi ses travaux visant à créer de meilleurs vecteurs centrés sur les plasmides micro-TI et des systèmes spécialisés d'Agrobacterium.

Voici en résumé les progrès réalisés au cours de l'année :

1. Nous avons construit plusieurs vecteurs micro-TI et nous avons vérifié leur capacité à transformer des plants de tabac. Ces vecteurs ont été conçus de façon à se stabiliser complètement dans des souches de Agrobacterium appropriées, lesquelles ont été préparées par des manipulations génétiques de façon à fournir toutes les fonctions de réplication requises. Les vecteurs offrent plusieurs caractéristiques intéressantes :

- des sites multiples de clonage dans une région de complémentation lac-alpha;
- la possibilité de se répliquer sous forme d'ADN monocaténaire;
- la possibilité d'encapsidation dans les bactériophages M13 et lambda. La petite taille du vecteur (environ 12 kilobases), le grand nombre de copies chez E. coli et sa stabilité dans des souches hôtes d'Agrobacterium présentent des avantages certains. Nous sommes en train d'apporter d'autres modifications à ces vecteurs pour leur conférer d'autres usages.

2. Les chercheurs ont isolé et séquencé une famille d'éléments d'ADN répétitifs de type Hind III à partir du génome de Brassica napus. Nous avons découvert plusieurs espèces de la famille de la moutarde qui renferment cet élément. Nous avons identifié une source possible de cet élément chez B. campestris et B. olearacea. Comme cette séquence se répète de façon inhabituelle chez ces espèces, nous avons jugé intéressant d'étudier l'origine et l'évolution de cette famille d'ADN répétitifs.

3. Les chercheurs Selvaraj, Crosby et Raju se sont mérité un prix du Fonds du Président pour des expériences préliminaires sur l'équivalence fonctionnelle de chaque extrémité de T-ADN dans la promotion du transfert de gènes dans des cellules végétales. Ils ont construit un ensemble de vecteurs constitués d'extrémités gauche et droite variables et notre service d'identification des séquences a confirmé la présence de ces extrémités en analysant la séquence de l'ADN. D'autres vecteurs doivent être construits avant que des expériences de transformation des plants ne soient envisagées.

Dans des recherches pour trouver des gènes anti-stress qui seront importants dans les manipulations génétiques des cultures canadiennes, nous avons isolé et caractérisé une série de gènes bactériens codant pour la tolérance au sel et des gènes impliqués dans la réponse des plantes aux agents pathogènes. Les premiers semblent semblables

aux gènes de la tolérance au sel chez les plantes. Une analyse poussée par insertion de transposons a révélé que trois domaines fonctionnels sont nécessaires pour que la tolérance au sel s'exprime complètement.

4.2.3.2 Gènes régulant la multiplication des cellules végétales

Les processus par lesquels les cellules végétales croissent, se divisent, se multiplient et se spécialisent de façon ordonnée pour produire des plants sont au centre de la biotechnologie des plantes. La régulation de la multiplication cellulaire est un objectif important de ce sous-projet. Au cours des deux prochaines années, nous utiliserons les répertoires complets appropriés d'ADN-c obtenus à partir d'ARNm de plante pour étudier les séquence complémentaires correspondant à certaines mutations (chez la levure). Les surexpressions chez les plantes peuvent permettre d'évaluer les phénotypes du cycle cellulaire.

Nous avons extrait les acides nucléiques des tissus de plantes appropriés. La fraction de poly A+ de l'ARN a été purifiée pour être utilisée dans la synthèse de l'ADN-c.

Nous avons obtenu trois gènes de souches sauvages de Saccharomyces pombe qui donnent des phénotypes du cycle cellulaire dépendant du dosage et nous avons sous-cloné chacun d'eux dans des vecteurs pouvant être appliqués à la mutagénèse dirigée vers un site. L'une des séquences de la levure a été modifiée pour être insérée dans un plasmide Ti en vue de l'introduction de vecteurs dans le tabac et Arabidopsis thaliana.

4.2.3.3 Synthèse et séquençage d'oligonucléotides

Le synthétiseur automatique d'oligonucléotides original (1984) de l'Institut de biotechnologie des plantes fournissait des brins d'ADN pour utilisation interne ainsi que pour des collaborateurs ou clients.

En 1987-1988, l'Institut a décidé de créer un nouveau service de synthèse pour récupérer les coûts et, face à une demande accrue, de consacrer une deuxième machine à cette tâche. En mars 1988, nous avons reçu un synthétiseur BioSearch 4000 après avoir passé plusieurs mois à vérifier et à comparer les appareils. Un technicien a été formé pour utiliser la machine et le service a réussi à obtenir ses premiers oligonucléotides. Nous sommes maintenant en train d'intégrer les opérations de synthèse et de séquençage.

La technicienne Rozina Hirzi montre des isolats de bactéries utilisés pour le transfert de l'ADN dans les cellules.

Nous avons mis sur pied une installation de séquençage de premier ordre en 1987 et, depuis 1988, nous séquençons 3 000 bases par mois et la production est de qualité exceptionnelle. Nous avons terminé le séquençage de l'ADN-c des trois membres de la famille de gènes codant pour l'alcool déshydrogénase de l'orge et nous envisgeons séquencer (les travaux ne sont pas encore terminés) plus de sept autres brins d'ADN d'ici à la fin de l'année.

4.3 Gènes de productivité végétale

4.3.1 Personnel de l'équipe

Chercheurs

J.D. Mahon (chef), S.L.A. Hobbs, L.M. Nelson

Techniciens

D. Baliski, C. DeLong, M. Dennis, C. Knapp

Adjoints de recherche

C. Chanway, M-F. LeGal

Chercheurs invités

F. Joseph, G. Sailaja, S. Sprout, M. Wilson

Adjoint d'été

M. Wilson

4.3.2 Objectifs et contexte

Comparés aux gènes des virus, des bactéries et des levures, les gènes eukaryotes des plantes vertes ont été peu étudiés et ne sont pas aussi bien connus. Des gènes dérivés des plantes seront toutefois nécessaires pour l'amélioration génétique des plantes dans les années à venir. Le projet a comme objectif d'identifier et de caractériser les gènes qui régissent les caractères agronomiques importants chez les espèces cultivées et les microorganismes qui y sont associés.

4.3.3 Progrès réalisés en 1987-1988

4.3.3.1 Bactéries présentes dans le sol et rendement des cultures

Certains microorganismes présents dans le sol activent la croissance des plantes cultivées, mais le mécanisme sous-jacent est encore inconnu. Les inoculants microbiens obtenus récemment, tant par des organismes privés que publics, donnent des résultats très variables dans les tests au champ. A l'IBP, nous évaluons l'activation de la croissance des plantes par des bactéries du sol dans deux systèmes différents : légumineuses/Pseudomonas et blé/Rhizobium.

En collaboration avec Allelix Inc., nous avons fait l'essai de certaines souches de Pseudomonas de la société avec les pois et les lentilles. Aucune stimulation de croissance n'a été observée avec les pois, mais une souche stimulait invariablement de 20 à 30% la croissance des racines de la variété de lentille Laird. La variété Eston ne répondait pas toutefois à l'inoculation par cette souche, ce qui indique que les interactions plante-bactérie sont très spécifiques. Aucune de ces souches n'a présenté une stimulation de l'activité symbiotique, même celles qui avaient été choisies pour activer la fixation de l'azote chez le soja. Cette spécificité génétique élevée donne à penser qu'on peut retrouver des bactéries qui activent la croissance de cultivars spécifiques en présence de ces cultivars. Dans le but de vérifier cette hypothèse, nous avons prélevé des échantillons de sol d'un champ dans lequel on avait cultivé du blé pendant 27 ans (la variété Katepwa pendant les 5 dernières années). Les isolats de Bacillus provenant de ces échantillons de sol, lorsqu'on a vérifié leur aptitude à activer la croissance des variétés de blé Katepwa, Neepawa et HY320, ont augmenté le poids sec des racines (jusqu'à 38%) de la variété Katepwa unique-

ment. Les variétés Katepwa et Neepawa étant très apparentées, il semble que l'isolement de souches de bactéries "adaptées à certaines plantes" puisse être un moyen simple mais efficace d'obtenir des microorganismes aux propriétés agronomiques intéressantes.

En collaboration avec Esso Chemicals Ltd., nous avons effectué des essais au champ avec 14 souches de Rhizobium leguminosarum qui s'étaient révélées efficaces comme inoculums pour les lentilles dans des études en milieu contrôlé. Les résultats montrent que ces inoculums sont nettement supérieurs à ceux que l'on trouve actuellement sur le marché.

Nous avons déterminé, en collaboration avec l'Université de la Saskatchewan, les effets de l'herbicide métribuzine sur les lentilles inoculées avec des souches de Rhizobium leguminosarum. Certaines souches inoculées étaient totalement résistantes à l'herbicide et l'une d'entre elles activait la croissance des plants. Étant donné que l'activité symbiotique dépend de la souche mais non l'application de métribuzine, il pourrait même être possible de sélectionner des souches présentant à la fois une activité symbiotique et la tolérance aux herbicides.

4.3.3.2 Contrôle génétique de la photosynthèse

La ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygénase (RUBISCO), est une enzyme qui a un rôle important à jouer dans la productivité primaire des plantes. Elle est bifonctionnelle, en ce sens qu'elle contrôle à la fois la vitesse de carboxylation du ribulose-1,5-bisphosphate (glucoformateur) et l'oxygénation du même substrat qui conduit au cycle photorespiratoire dont le rôle est apparemment inutile.

Nous avons montré récemment que la capacité photosynthétique de différents génotypes de pois est fortement reliée à l'activité de cette enzyme dans les feuilles. Étant donné que la production de cette enzyme induite par la lumière est contrôlée par la transcription de l'ARNm des gènes codant pour la petite sous-unité, on pourrait étudier la variabilité génétique de la RUBISCO en exposant à la lumière des plants de divers génotypes cultivés à l'abri de la lumière et en suivant l'apparition de RUBISCO dans les tissus. A partir des mêmes tissus, les chercheurs ont isolé de l'ARN qu'ils ont hybridé à une sonde produite à partir d'un clone d'ADN-c de la petite sous-unité chez le pois. Les résultats ont montré une corrélation étroite entre la concentration de RUBISCO et la concentration de la petite sous-unité dans les feuilles. Cette corrélation s'est d'ailleurs maintenue tant dans les expériences au champ que dans celles effectuées en milieu contrôlé. Si ces résultats indiquent un contrôle génotypique de la vitesse de transcription de l'ARNm, il pourrait être possible d'identifier les séquences dont les différences sont responsables de cette variabilité.

La photosynthèse est également influencée par la concentration de dioxyde de carbone à laquelle les tissus foliaires sont exposés, et l'augmentation de la teneur en CO_2 est une technique couramment utilisée pour augmenter la productivité dans les serres commerciales. Toutefois, les fonctions de carboxylase et d'oxygénase sont compétitives, de sorte que l'addition de CO_2 augmente la fixation de CO_2 par la photosynthèse tout en diminuant la perte de carbone par la photorespiration. Lorsque nous avons pris des pois cultivés dans une atmosphère à concentration normale en CO_2 et que nous les avons transféré dans une atmosphère à forte teneur en CO_2, la photosynthèse et la croissance des pousses ont toutes deux augmenté, tel que prévu. Toutefois, on a observé une diminution de la RUBISCO correspondant à une diminution de l'activité carboxylase et une diminution relative de l'ARNm de la petite sous-unité par rapport à l'ARN total. Comme la teneur en ARN total n'a pas changé, on peut affirmer que des concentrations élevées de CO_2 inhibent la transcription de l'ARNm de la petite sous-unité de la RUBISCO.

La fertilisation au dioxyde de carbone n'est pas possible dans le cas des cultures de plein champ, mais on pourrait augmenter le ratio photosynthèse/photorespiration en modifiant l'affinité relative de l'enzyme pour les deux substrats. On a montré récemment que l'affinité de la RUBISCO pour le CO_2 varie chez les organismes capables de photosynthèse. Si l'on pouvait identifier les structures protéiques responsables de cette variation, on pourrait modifier directement les gènes codant pour la RUBISCO. Étant donné que la grande sous-unité renferme les sites de liaison de tous les substrats, elle a fait l'objet d'études poussées. Il y a au moins 60 acides aminés qui diffèrent selon que les gènes séquencés proviennent du groupe d'espèces dont l'enzyme présente une faible affinité ou du groupe d'espèces dont l'enzyme présente une affinité élevée. En collaboration avec Paul Whitfeld du CSIRO en Australie, nous avons étudié ces gènes rbcL provenant de deux espèces étroitement apparentées de Flaveria. Nous avons isolé de chaque espèce des fragments d'ADN de 2 300 bp de long renfermant les régions complètes de codage, puis nous les avons cloné et séquencé dans les deux directions. Les séquences des gènes ne différaient que par 8 nucléotides et les séquences d'acides aminés déduites ne différaient que par trois résidus. Ces résultats ont grandement restreint la gamme de séquences d'acides aminés qui ont un rôle à jouer dans la détermination de l'affinité de l'enzyme pour le CO_2.

5. Laboratoire de chimie biologique

Chef de laboratoire : E.W. Underhill

5.1 Aperçu

Le Laboratoire de Chimie biologique de l'IBP ajoute une forte composante "moléculaire" à la biologie moléculaire de l'Institut. Grâce à ses ressources en matière d'analyse de la structure et des fonctions, par synthèse de biomolécules, et en biochimie des plantes, le Laboratoire offre des installations de premier plan pour les recherches poussées dans ces domaines. L'Institut a une longue tradition d'excellence en phytochimie et en biochimie des plantes, qui se manifeste dans deux projets : le projet de chimie bio-organique qui se caractérise par d'excellentes installations d'analyse en chimie organique et le projet sur le métabolisme des cellules végétales qui fait appel à la fois à la biochimie et à la biologie cellulaire pour produire des technologies industrielles nouvelles et uniques.

Le Laboratoire a fait l'acquisition de nouveaux locaux cette année. Un centre pouvant accueillir dix autres chercheurs invités a permis d'effectuer de nouveaux travaux importants en collaboration alors qu'un nouveau spectromètre de masse perfectionné permettant d'analyser les macromolécules a augmenté les capacités d'analyse en chimie biologique pour les chercheurs du CNR et ceux de l'extérieur.

Le Dr. Suzanne Abrams examine un modèle Dreiding stereo.

5.2 Projet de chimie bio-organique

5.2.1 Personnel de l'équipe

Chercheurs

E.W. Underhill (chef de projet), S.R. Abrams, J.W.D. GrootWassink, S.L. MacKenzie, M. Mazurek, G.P. Slater

Techniciens

D.L. Barton, M. Giblin, L.R. Hogge, L.L. Hoffman, A.D. Kolenovsky, D.J. Olson, D.W. Reed, A.C. Shaw, D.M. Tenaschuk

Adjoints de recherche

J.C. Jain, R. Martel, K.A. Pivnick, D.C. Taylor, L.W. Thomson, R.J. Weselake

Chercheurs invités

G.D. Abrams, V. Bansal, L. Davin, J. Frovarp, G. Haughn, B.J. Jarvis, C. Kujack, L.A. Nelson, M.S. Pedras

Adjoints d'été

W. Stirton, L. Litwinson

5.2.2 Objectifs et contexte

On a effectué un changement important d'orientation en recherche en 1987 alors que les travaux ont porté surtout sur la biochimie des plantes. Les retards du début associés à ces changements sont maintenant chose du passé; nous faisons maintenant des progrès dans les nouveaux sujets de recherche et les contacts et la collaboration extra muros s'intensifient. L'an dernier, les objectifs du projet étaient les suivants : 1) la synthèse et les applications au champ des analogues de l'acide abscisique, 2) l'application des substances chimiques tirées des plantes et des insectes à la protection des cultures contre les insectes, 3) l'isolation et la caractérisation des lipases végétales, leurs fonctions physiologiques et leurs applications industrielles et 4) la modification des phénotypes phytochimiques grâce aux techniques de manipulation de l'ADN.

L'équipe a continué de faire fonctionner les laboratoires d'analyse moléculaire de l'IBP.

5.2.3 Progrès des recherches en 1987-1988

5.2.3.1 Molécules bio-organiques

Substances régulatrices du type de l'acide abscisique

L'acide abscisique est l'une des hormones végétales les plus importante; elle a un rôle à jouer dans toutes les étapes du développement des plantes : germination des semences, croissance, transpiration et adaptation aux stress du milieu, comme la sécheresse et le gel. En outre, ce composé naturel se retrouve dans tout le règne végétal.

Cependant, l'acide abscisique n'a pas d'application pratique dans les champs. C'est un produit coûteux, peu absorbé par les plantes et, surtout, il est rapidement dégradé dans les tissus végétaux. Le principal objectif du projet est la synthèse d'analogues de l'acide abscisique qui pourraient s'avérer utiles comme substances régulatrices chez les plantes. Ces travaux comportent, d'une part, des tests pour vérifier les effets fonctionnels des structures synthétisée et, d'autre part, l'évaluation des produits du catabolisme de l'acide abscisique et de ses analogues prometteurs. De nombreux collaborateurs participent à l'évaluation de l'activité biologique et l'IBP a accordé un contrat pour des tests en vertu du Fonds de biotechnologie des plantes.

Nous avons synthétisé et étudié plus de deux douzaines d'analogues. Les test ont révélé que plusieurs sont de puissants agents de régulation du développement des plantes; certains sont si efficaces qu'ils ont fait l'objet d'une demande de brevet. Nous soumettrons les composés choisis à partir des tests de 1987 à de plus amples essais au champ au cours de l'été de 1988.

Toxines de la jambe noire spécifiques à l'hôte

Le champignon microscopique Phoma lingam cause la maladie dite de la jambe noire chez le colza et provoque de sérieuses diminutions de rendement. Les variétés canadiennes de canola d'été ne sont pas résistantes et les méthodes actuelles de traitement ne sont pas efficaces. Le projet, en collaboration avec Agriculture Canada, a pour but d'isoler et d'identifier les toxines de P. lingam qui pourraient être spécifiques à l'hôte dans les études de sélection in vitro à la recherche de cellules de colza résistantes.

Dans nos travaux effectués en 1987, nous avons isolé deux toxines principales (la sirodesmine PL et la désacétylsirodesmine PL) qui se sont toutefois révélées non spécifiques dans les essais biologiques. Nous avons également isolé trois autres toxines mineures mais ayant une structure apparentée (les sirodesmines H, J et K). Ces nouvelles substances, dont la structure a été confirmée par synthèse, sont étroitement apparentée à la sirodesmine PL en ce qui à trait à la toxicité et à la non spécificité. Nous sommes sur le point d'effectuer les expériences finales de ce projet.

Substrats végétaux influenceant le comportement des insectes

Les plantes émettent de nombreuses substances chimiques volatiles qui aident les insectes à localiser leur hôte préféré. Parfois, des plantes apparentées ne sont pas également susceptibles d'être attaquées par des insectes. Le projet a pour but d'identifier des attractifs ou répulsifs chimiques dont le rôle a été démontré dans quelques systèmes cibles.

La fausse teigne des crucifères préfère la moutarde brune (Brassica juncea) pour y déposer ses oeufs. Les extractions chimiques ont révélé des produits d'hydrolyse des glucosinolates que l'on retrouve en grande quantité dans cette espèce. Nous avons observé que les femelles prêtes à déposer leurs oeufs sont également attirées par les allyl-glucosinolates, les 2-hydroxy-3-butényl-glucosinolates et les 4-hydroxybenzyl-glucosinolates. Une étude en collaboration avec le Prof. B. Mitchell (Université de l'Alberta) a révélé que les récepteurs primaires des insectes sont situés dans les tarses des pattes.

L'altise Phyllotreta cruciferae n'est pas attirée également par tous les crucifères; elle préfère surtout le canola (Brassica napus). L'allylisothiocyanate, un attractif que l'on retrouve dans de nombreux crucifères, est absente du canola. Nous sommes en train de mesurer la corrélation qui existe entre la concentration de ces composés dans diverses espèces de canola et leur aptitude à attirer les insectes.

La cécidomyie du blé (Sitodiplosis mossellana) préfère de beaucoup les épis de blé sortis de terre mais non en fleur et dépourvus d'oeufs pour pondre leurs oeufs. Les collaborateurs (P. Huel, Saskatchewan Wheat Pool et T. Wright, Agriculture Canada) ont vérifié 13 variétés de blé et ont observé que trois d'entre elles présentent quelque résistance à la cécidomyie. Aucun attractif chimique n'a été trouvé.

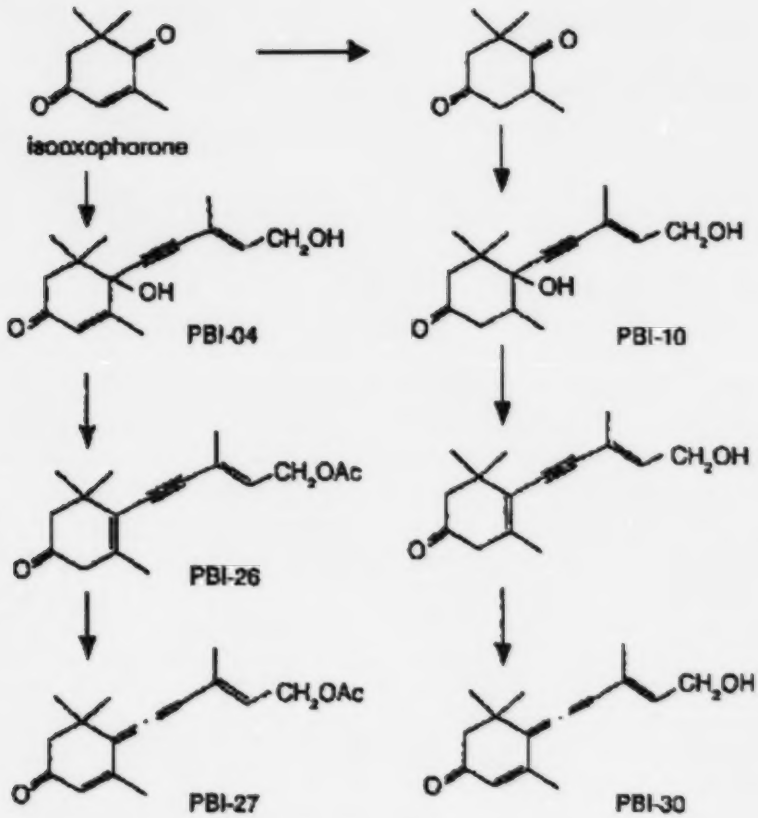
5.2.3.2 Biochimie

Lipases végétales

Le principal objectif de cette équipe est actuellement d'isoler et de caractériser les lipases du colza (Brassica napus). L'IBP a commencé ces travaux

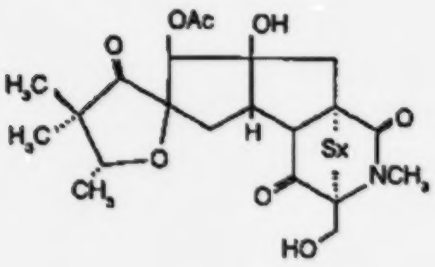
Figure 3

Synthèse des analogues d'acide abscisique



Les séries trans sont montrées; les séries cis agissent de la même façon.

Figure 4



x = 1 sirodesmin H
x = 3 sirodesmin J
x = 4 sirodesmin K

en 1987 dans le cadre d'une entente tripartite de deux ans avec l'Institut de recherche en biotechnologie du CNR (Montréal) et Biotechnica Canada Inc. (Calgary).

Les acylglycérol-acylhydrolases (lipases) de sources microbiennes ont depuis longtemps un rôle important à jouer dans de nombreuses industries chimiques et pharmaceutiques. Toutefois, il faut des lipase présentant une spécificité bien définie et une stabilité accrue à la chaleur et aux solvants organiques. On ne possède pas beaucoup de données quantitatives sur les lipases végétales mais les plantes présentent une si grande diversité de composition des acides gras et des triglycérides qu'elles renferment probablement des lipases dont les propriétés pourraient être intéressantes pour l'industrie.

Les lipases végétales sont des enzymes liées aux membranes. Nous avons mis au point des techniques pour libérer certains de ces enzymes des membranes, pour déterminer leur activité et pour les caractériser. On ne peut pas donner davantage de détails de ces travaux pour le moment car ils pourront faire l'objet de brevets.

Modification de la composition des plantes en glucosinolates

Ces travaux ont pour objectif de mettre au point de nouvelles méthodes de contrôle et de suppression de certaines voies métaboliques chez les plantes; le système à l'étude est la production d'huile de moutarde (glucosinolates) chez les espèces de Brassica et d'autres espèces de crucifères apparentées. Ces glucosinolates diminuent la qualité des produits de Brassica; leur suppression ou leur élimination est donc une question économique importante. Plusieurs firmes industrielles ont examiné nos travaux et estiment qu'ils correspondent à leurs besoins et leurs intérêts en matière de recherche.

On estime à plus d'une centaine les glucosinolates que l'on retrouve dans les plantes, et leur mode de synthèse est bien connu. A partir de plants intacts et de cultures de cellules végétales in vitro, nous avons déterminé que le nombre d'enzymes qui participent à la formation de toute cette classe de composés est beaucoup moins important que prévu. En fait, deux enzymes clés participent à la synthèse de tous les glucosinolates. Ces résultats nous permettent de fabriquer par manipulations génétiques des régulateurs métaboliques (ARN anti-sens) qui empêcheront la formation de glucosinolates.

Nous avons mis au point des analyses rapides de l'activité de la glucosyltransférase et de la sulfotransférase. Il n'y avait pas de différences significatives entre l'activité de ces enzymes dans les lignées de Brassica à forte teneur et celles à faible teneur en glucosinolates.

Dans la partie des travaux relevant de la biologie moléculaire, nous avons établi un répertoire d'ADN-c de B. napus dans le phage lambda gt11 et nous avons obtenu des clones. Nous sommes en train d'établir d'autres répertoires. D'autres travaux sur la suppression des enzymes responsables de la synthèse des glucosinolates on été effectués rapidement et le procédé fait l'objet d'une demande de brevet. Nous estimons qu'il est maintenant possible d'obtenir des plants exempts de glucosinolates par des manipulations génétiques. A titre de préparation aux expériences futures sur les espèces de Brassica, nous avons étudié les étapes de la biosynthèse qu'il serait le plus indiqué de bloquer grâce à une étude des mutants de Arabidopsis thaliana. Les expériences préliminaires n'ont pas donné des résultats absolument concluants mais nous avons créé des mutants en rapport avec les glucosinolates.

5.2.3.2 Spectroscopie moléculaire

Les appareils de résonance magnétique nucléaire utilisé à l'IBP sont un Varian de 90 MHz et un Bruker AM de 360 MHZ (grande sonde). Ce dernier ap-

pareil a servi 1 220 fois en 1987-1988; il s'agissait de 1 052 analyses de protons, de 84 spectres de carbone et de 84 spectres de phoshore.

Les deux spectromètres de masse dont disposait l'IBP au début de l'année, les Finnigan modèles 3300 et 4000, qui sont raccordés à un seul système d'introduction de données, sont de vieux appareils. Ils ont servi à 1 065 expériences au cours de l'année. En janvier 1988, nous avons fait l'acquisition d'un nouveau spectromètre de masse VG à haute résolution SM/SM qui rend possible toute une série d'analyses nouvelles et sophistiquées en biotechnologie. Comme ses prédécesseurs, cet appareil peut être utilisé par des chercheurs de l'extérieur moyennant un certain tarif.

Le technicien Doug Olson faisant le tracé d'un ion simple pendant qu'il cherche un composé spécifique sur profile de CG-SM.

5.3 Métabolisme des cellules végétales

5.3.1 Personnel

Chercheurs

W. G.W. Kurz (chef), J.J. Balsevich, V. DeLuca, R.T. Tyler

Techniciens

G. Bishop, K.B. Chatson, D. Dymond, J. Magnus, B.D. Panchuk

Adjoints de recherche

S. Chevadej, N. Paiva, I. Roewer

Chercheurs invités

U. Ellert, J. Alvaraz Fernandez, R. Power, C. Rijnders, L. Toivonen

Adjoints d'été

F. Chan, C. McNabb

5.3.2 Objectifs et contexte

Ce projet a pour objectif de mettre au point des méthodes de régulation des voies métaboliques dans les cellules végétales et de mettre au point des techniques de production économique de produits phytochimiques par des procédés cellulaires in vitro.

5.3 Progrès des recherches en 1987-1988

Ce projet, qui a été instauré il y a cinq ans, a donné naissance à toute une série de techniques de base pour cultiver des cellules végétales sur une grande échelle, pour la sélection de lignées et l'analyse de produits et pour l'amélioration de la production de métabolites secondaires. Plusieurs articles ont été publiés et plusieurs brevets ont été délivrés. En 1987-1988, l'équipe a dirigé des travaux d'évaluation de nouveaux plans de bioréacteurs, auxquels ont participé plusieurs divisions, et a poursuivi les études déjà entreprises sur des inducteurs, sur la chimie des alcaloïdes de l'indole et sur la régulation de l'expression génétique des étapes biosynthétiques.

Induction de métabolites secondaires par des champignons

Des extrais de certains champignons microscopiques ajoutés à des cultures de cellules végétales induisent la production accrue de métabolites secondaires. Ce projet a donné naissance en 1986-1987 à un brevet pour l'application du procédé à la production de métabolites. Cette année, nous avons raffiné et amélioré la technique. Les études sur l'induction de métabolites dans des cultures cellulaires ont porté surtout sur la caractérisation d'inducteurs produits par le champignon Botrytis, dans le but de mettre au point des systèmes d'induction plus prévisibles et plus reproductibles.

En comparant un homogénat du champignon et des fractions représentées par le mycélium et le surnageant, nous avons observé que l'activité inductrice est principalement associée aux parois cellulaires du mycélium. Des hydrolysats acides de la paroi cellulaire ont induit la synthèse de benzophénanthridine et ce, sans provoquer une réaction de "brunissement". Par conséquent, la viabilité des cellules était facilement assurée dans les cultures exposées à l'agent inducteur, permettant une plus forte induction et donc une plus grande production d'alcaloïdes et facilitant les sous-cultures et les réinductions. Malheureusement la production de cet inducteur sans réaction de brunissement s'est révélée imprévisible; en effet, les hydrolysats présentaient une activité variable dans des conditions de production apparemment identiques.

Les études de caractérisation de l'agent inducteur de Botrytis et sur la production d'alcaloïdes par les cellules induites et régénérées seront terminées en 1988.

Phytochimie des alcaloïdes de l'indole

La plante médicinale Catharanthus roseus est la source habituelle de vinblastine et de vincristine, deux médicaments anticancéreux, de l'ajmalicine, un antihypertenseur et des alcaloïdes catharanthine et vindoline utilisés comme précurseurs dans la fabrication de médicaments semi-synthétiques utilisés pour combattre le cancer. A court terme, nous avons voulu comprendre à fond la biosynthèse des alcaloïdes présents dans cette plante dans le but de réguler l'expression des gènes.

Des recherches précédentes ont permis d'élucider les diverses étapes de la voie de biosynthèse de la vindoline et de révéler les enzyme impliquées dans cette voie. Nos études réalisées en 1987-1988 sur la régulation des voies de biosynthèse se sont inspirées de ces recherches de base. Ces études ont déjà donné naissance à une nouvelle méthode simple et peu coûteuse d'extraction et d'isolement des alcaloïdes végétaux sur une grande échelle. En outre, les chercheurs de l'IBP ont trouvé une lignée de plants produisant une très grande quantité d'alcaloïdes.

Dans cette lignée mutante, la biosynthèse de la vindoline est interrompue. Nous avons mis au point et utilisé un essai pour déterminer la distribution des alcaloïdes chez des plants mutants ou normaux. La concentration de vindoline dans les feuilles est passablement constante chez les plants normaux (400-600 mg/g) et ne varie pas beaucoup avec le temps, mais chez les plants mutants, elle fluctue énormément (20-2 500 mg/g). Il y avait également production constante de nouveaux alcaloïdes mineurs. L'un d'eux est un dérivé de la vindoline avec un substituant non identifié sur le noyau aromatique. Deux lignées cellulaires ont été dérivées du mutant, à partir d'explants de tiges et de feuilles, dans le but de comparer leur production d'alcaloïdes à celle de suspensions cellulaires dérivées de plants normaux.

Deux collaborations internes ont été instaurées cette année. L'une d'elles fait s'applique à la spectrométrie de masse à bombardement atomique rapide pour l'analyse des alcaloïdes de l'indole et des glucosides dans une seule feuille; l'autre consiste en l'identification des produits de biotransformation de suspensions cellulaires de Brassica produisant de nouveaux glucosinolates.

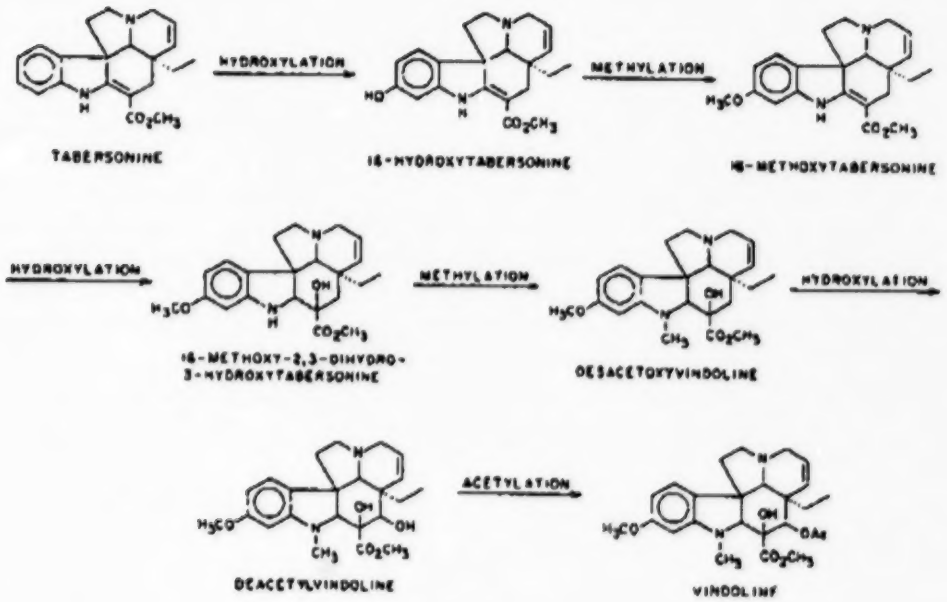
Enzymologie des alcaloïdes de l'indole

Nous avons illustré les six dernières étapes de la voie de transformation de la tabersonine en vindoline (Fig. 1). Cette voie s'est révélée plus complexe que prévu à cause de l'expression spécifique au tissu et d'une compartimentalisation poussée. L'absence d'expression de la N-méthyltransférase et de la O-méthyltransférase dans les cultures de suspensions cellulaires et le besoin possible de la lumière pour activer la O-acétyltransférase et la N-méthyltransférase dans les thylacoïdes indiquent qu'il est nécessaire d'approfondir le phénomène de différentiation. La thèse de R. Powers portait sur la purification de la O-acétyltransférase. Il est maintenant possible de cloner le gène structural codant pour cette protéine dans le but d'étudier la régulation de l'expression du gène.

Figure 1

L'ARN total a été isolé de jeunes pousses de 6,5 jours qui avaient été soumises au préalable à une exposition continue de 18 h à la lumière. L'ARN poly-A a été séparé par chromatographie sur oligo dT-cellulose. Un répertoire d'ADN-c a été construit à partir d'ARNm enrichi en poly-A et l'ADN a été introduit dans un hôte bactérien approprié. Après amplification, on a recherché dans le répertoire la présence de clones de l'ADN codant pour la tryptophane décarboxylase et l'acétyl-coenzyme A-

Figure 5



Enzymologie des alkaloïdes indoliques.

déacétylvidoline-O-acétyltranférase. Nous avons jusqu'à maintenant cloné l'ADN codant pour les deux enzymes et nous avons obtenu des fragments d'ADN de 1 800 et de 1 500 paires de bases codant pour des protéines de 50 à 60 kilodaltons et de 40 à 50 kilodaltons. Nous sommes actuellement en train de séquencer ces deux clones.

Culture de cellules végétales sur une grande échelle

Profitant d'une subvention, l'équipe a entrepris une collaboration de deux ans avec l'Institut de recherche en biotechnologie (Montréal) visant à évaluer de nouveaux types de bioréacteurs pour la culture de cellules végétales sur une grande échelle. Le rôle de l'IBP est d'optimiser les propriétés d'immobilisation en surface des cellules pour leur faire fabriquer des métabolites; le rôle de l'IRB est de contrôler et d'utiliser les cellules immobilisées dans des réacteurs expérimentaux et pilotes. Les deux lignées de cellules utilisées par l'IBP sont le pavot (Papaver somniferum, no. 209) et la pervenche (Catharanthus roseus, no. 615).

La modification de certains paramètres techniques du réacteur et l'optimisation du taux d'hormones dans les milieux ont permis d'obtenir des densités de cellules pouvant atteindre 150 g/m² en poids sec et une production soutenue d'alcaloïdes dans de petits bioréacteurs.

6. Activités commerciales et extérieures

6.1 Aperçu

L'Institut de biotechnologie des plantes a une série d'activités à l'échelle du pays qui comprennent des activités commerciales et extérieures. Les principales activités commerciales sont les suivantes :

- Liaison industrielle générale par l'entremise du poste d'agent de liaison industrielle;
- Parties de projets de l'IBP accordées à contrat par le biais du Fonds de la biotechnologie des plantes de l'Institut;
- Participation à des coentreprises avec des partenaires extérieurs;
- Obtention de brevets et licences accordées pour des techniques mises au point par l'IBP;
- Établissements de recherche et services offerts par l'IBP;
- Collaboration et participation à des coentreprises avec des partenaires clients.

Les activités extérieures font en sorte que tous les chercheurs au Canada sont au courant des établissements et de l'expertise de l'Institut et peuvent facilement y avoir accès. Ces activités comprennent :

- Programme destiné aux chercheurs invités
- Programmes destinés aux scientifiques affiliés;
- Événéments spéciaux, incluant les ateliers et les colloques;
- Publications extérieures, comme le Bulletin de l'IBP.

Le Dr. Wolf Kurz (à gauche), agent de liaison internationale et chef du Développement de la biotechnologie, discute les projets de transfert de technologie actuels avec le Dr. Fred Constabel, Directeur adjoint de l'IBP.

6.2 Activités commerciales

6.2.1 Liaison industrielle
(J.M. Nelson, liaison industrielle)

La plupart des activités de liaison industrielle sont encore du ressort de chaque équipe responsable d'un projet à l'Institut. Le Bureau de liaison industrielle mis sur pied en 1986, et dont un scientifique est responsable sert de point de contact à l'industrie, confère à l'Institut une plus grande aptitude à postuler des brevets, à accorder des licences et à négocier des ententes en matière de recherche et établit un lien entre l'IBP et le personnel responsable de la liaison industrielle à travers le pays.

6.2.2 Contrats octroyés en vertu du Fonds de la biotechnologie des plantes
(W.G.W. Kurz, chef)

Près du quart des activités de recherche de l'IBP en 1987-1988 a été octroyé à contrat. Le Fonds de la biotechnologie des plantes nous permet de confier à d'autres laboratoires au Canada une partie de nos projets lorsque nous pensons que ces laboratoires sont en mesure d'obtenir de meilleurs résultats ou de les obtenir plus rapidement. Les lois de la concurrence jouent dans l'octroi des contrats.

Voici un aperçu de l'organisation du Fonds ainsi que les contrats octroyés par l'IBP au cours de la dernière année financière :

Département d'horticulture et Centre de biotechnologie des plantes,
Université de Guelph, Guelph (Ontario) (58 900 $)
Effet des nitrates sur la répartition du carbone et de l'azote chez certaines légumineuses.

Départements de biologie et de chimie
Université de Calgary, Calgary (Alberta) (52 000 $)
Métabolisme de l'azote dans les tissus de conifères cultivés in vitro - Phase II.

Département de biologie
Université de Calgary, Calgary (Alberta) (47 000 $)
Comparaison de l'expression des gènes dans des cultures de conifères formant ou ne formant pas de pousses - Phase II

Département des sciences biologiques, Université Simon Fraser,
Burnaby (Colombie-Britannique) (29 000 $)
Protection du pin tordu contre le dendroctone du pin de montagne.

Centre de développement des cultures, Université de la Saskatchewan, Saskatoon (Saskatchewan) (56 250 $)
Dépistage biologique des analogues de l'acide abscisique qui confèrent aux plantes cultivées la résistance à la sécheresse, au sel, au gel et à la chaleur.

Département de biologie, Université Concordia
Montréal (Québec) (225 474 $)
Localisation de la vindoline dans des plants de Catharanthus roseus à l'aide de techniques immunologiques et immunocytologiques.

Département de botanique, Université de Colombie-Britannique
Vancouver (Colombie-Britannique) (40 000 $)
Utilisation possible d'une bactérie gallogène comme agent de transformation de remplacement.

Département de biologie, Université de Calgary
Calgary (Alberta) (78 700 $)
Isolement des gènes de résistance aux herbicides chez Brassica napus

Département de biologie, Université de Régina
Régina (Saskatchewan) (62 200 $)
Identification et isolement de plasmides nucléaires chez les espèces de Brassica.

6.2.3 Coentreprises avec des partenaires extérieurs

En 1987-1988, l'IBP a préparé et signé quatre nouvelles ententes importantes de coentreprise avec des organismes extérieurs. Notre entente avec le Saskatchewan Crop Development Center nous permet d'avoir un meilleur accès aux installations d'essais agronomiques de cet organisme, pour des souches expérimentales de plantes obtenues par d'autres moyens que les techniques de recombinaison de l'ADN. La collaboration entre les deux organismes est également plus étroite.

Une coentreprise importante entre l'IBP, l'Institut de recherche en biotechnologie (Montréal) et Biotechnica Canada Inc (Calgary) a vu le jour au début de l'année. Cette collaboration, qui s'étendra de 1988-1990, a pour but de mettre au point de nouvelles techniques de modification du métabolisme des plantes, particulièrement dans le domaine des lipides. Les travaux en collaboration ont débuté en 1987 et se poursuivront au moins jusqu'en 1990.

Le Saskatchewan Wheat Pool (Regina) et l'IBP, grâce au Programme fédéral d'aide à la recherche industrielle, ont commencé un projet conjoint de recherche d'une durée de quatre ans sur les biotechnologies visant à améliorer le blé. Ce projet a trait notamment à l'augmentation de la tolérance au froid, à la régénération de plants à partir de cellules sélectionnées et à l'évaluation critique des spécimens obtenus grâce à la biotechnologie.

Au début de 1988, une entente importante d'une durée de deux ans a été conclue avec Vipont Research Laboratories Inc. (Fort Collins, Colorado) pour porter à l'échelle industrielle un procédé métabolique cellulaire de production d'un alcaloïde utilisé comme médicament, la sanguinarine. En vertu de ce projet, une équipe de recherche financée par Vipont travaillera à l'IBP.

Outre ces grands projets cofinancés, l'Institut a entrepris un grand nombre de petits projets en collaboration.

Organismes ayant participé activement à des recherches de l'IBP en 1987-1988 : Les astérisques (*) indiquent que les organismes ont participé à plus d'un projet de l'IBP.

ABL Forest Science Inc.
Agricultural Development Fund (Saskatchewan)
Agriculture Canada (Direction générale de la recherche)*
AgriForest Technologies Ltd.
Allelix Inc.
Balco Reforestation Centre
Conseil national de la recherche d'Italie
CSIRO (Australie)
CSP Foods Ltd.
Division des sciences biologiques (CNR)
Esso Chemicals Inc.
Institut de recherche en biotechnologie (CNR)*
Michigan State University
Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario
Monsanto Inc.
Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Phero Tech Inc.
Philom Bios Inc.
Service canadien des forêts
Strawberry Ranch Inc.
Terochem Laboratories Inc.
Universidad federal do Parana (Brésil)
Université de Calgary*
Université de Colombie-Britannique
Université de Braunschweig (Allemagne)

Université de Guelph
Université McGill
Université de l'Alberta*
Université Laval
Université de Montréal
Université Simon Fraser
Université Carleton
Université de Toronto
Université de la Saskatchewan*
Université de Régina
Université du Manitoba
Université de Leiden (Pays-Bas)
Veterinary Infectious Disease Organization

6.2.4 Services disponibles pour les chercheurs canadiens

Ces services constituent un élément important du programme d'activités commerciales de l'Institut. Ils se présentaient essentiellement sous trois formes en 1987-1988 :

Services non gratuits. Malgré l'âge des installations de spectrométrie de masse à l'IBP jusqu'en février 1988, ce service d'analyse a été celui qui a généré le plus de revenus au cours de l'année, grâce à l'habileté des techniciens qui s'en occupent. Les analyses par résonance magnétique nucléaire, les services faisant appel aux installations informatiques de l'Institut, la vente de matériel de recherche à des groupes travaillant sur des sites précis, la vente d'un manuel de laboratoire (Techniques de culture des cellules végétales) et l'utilisation d'appareils et de machines spécialisés ont également généré des revenus au cours de l'année.

Services gratuits. Comme l'année précédente, ces services équivalent à plus de 6 000 heures de temps du personnel, la plupart détenant des Ph.D. Les services rendus sont les suivants :

- Formation des chercheurs invités provenant du milieu industriel ou de l'étranger qui sont venus faire un stage dans les laboratoires de l'IBP à cette fin;

- Études et observations d'experts concernant des demandes de subvention pour des projets de recherche au Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), au Conseil de recherches médicales du Canada, au Conseil de recherche agricole du Canada, au Centre de recherches pour le développement international, au Programme de réserve en biotechnologie du CNR, au Programme d'aide à la recherche industrielle, à trois ministères fédéraux, des organismes de R&D de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, de la Saskatchewan, de l'Ontario et du Québec et d'autres organismes. Les chercheurs de l'IBP ont étudié environ 120 demandes.

- Avis et consultations par l'entremise de commissions, de comités ou directement au moyen d'exposés ou de consultations sur demande. Dans ce contexte, il faut noter que le personnel de l'IBP ne siège pas aux conseils de sociétés commerciales et n'occupe aucun poste de gestion au sein de telles sociétés et qu'il est tenu, en toutes occasions, de respecter le caractère confidentiel des sociétés qui reçoivent les conseils et, par ailleurs, de ne divulguer aucun renseignement confidentiel de l'Institut de biotechnologie des plantes. Dans toutes les consultations, les employés de l'IBP agissent à titre d'agents du CNR et non à titre individuel; ils sont liés par les dispositions du Conseil national de recherche en matière de conflit d'intérêt.

- Évaluation de publications scientifiques. Le quart des chercheurs de l'IBP sont membres de comités de rédaction de publications scientifiques et tous les chercheurs ont évalué des manuscrits au cours de l'année. Ils en ont ainsi examiné environ 400.

- Ventes et prêts d'appareils à d'autres équipes de recherche. En 1987-1988, plus d'une douzaine de prêts d'appareils ont été consentis, pour une somme dépassant 70 000 $.

- La communication des résultats de recherche compte pour une part importante des activités de l'Institut. Ces communications font connaître les résultats des recherches et l'orientation de l'Institut et permettent à des organismes extérieurs de profiter des nouvelles découvertes fondamentales. En 1987, les membres du personnel ont été les auteurs ou les co-auteurs de 78 articles dans des revues et des livres scientifiques et ont présenté 34 exposés illustrant les progrès réalisés par le CNR dans le domaine de la biotechnologie des plantes lors de réunions qui se sont tenues un peu partout dans le monde. Des exposés ont été présentés au Canada et à l'étranger et, comme d'habitude, un grand nombre portait sur des projets en collaboration avec des chercheurs oeuvrant à l'extérieur du CNR dans différentes régions du pays. Le chapitre 8 du présent rapport annuel donne la liste des plublications émanant de l'IBP cette année.

6.2.5 Brevets détenus par l'Institut

Voici la liste des brevets en vigueur au 31 mars 1988. Les chercheurs de l'IBP ont fait une demande de brevet pour trois nouveaux procédés reliés à la technologie de la recombinaison de l'ADN, y compris la première série de gènes créés par l'IBP pour le CNR et une série de nouveaux régulateurs chimiques de la croissance des plantes. Ces demandes étaient à l'étude à la fin de l'année.

Fermentation en continue avec croissance échelonnée (P.S.S. Dawson)
Brevet É.-U. 3 647 633

Traitement du tourteau de colza (C.G. Youngs, H.R. Sallans, J.M. Bell)
Brevet Canada 839 653; brevet É.-U. 3 560 217

Fermenteur hémisphérique (M.S. Anderson et coll.)
Brevet É.-U. 3 713 988; brevet Canada 929 121

Procédé de texturisation des protéines végétales (A.K. Sumner, C.G. Youngs, L. Leinan)
Brevet Canada 1 001 890; brevet É.-U. 3 969 539

Appareil de mesure de la viscosité (A.A. Sieben)
Brevet É.-U. 3 983 731; brevet Canada 1 005 564

Dosage colorimétrique de la nitrogénase (T.A. Larue, W.G.W. Kurz)
Brevet Canada 1 012 449; brevet É.-U. 3 904 481

Collations à teneur élevée en protéines (B.D. Panchuk, M. Anderson, C.G. Youngs)
Brevet Canada 1 021 994; brevet É.-U. 4 140 803

Attractif composite pour la livrée (W.F. Steck et coll.)
Brevet Canada 1 212 697

Détoxication des semences renfermant des tanins (R.D. Reichert, D.J. Schwab)
Brevet Canada 1 190 085

Vecteurs de virus des plantes à ARN (L.E. Pelcher, M.C. Halasa)
Brevet Canada 1 191 510; instance de brevet au Japon

Piège à insectes à orifice conique, empilable et modulaire (W.F. Steck et coll.)
Brevet Canada 1 157 645; brevet É.-U. 4 452 006

Attractif polyvalent pour les légionnaires (W.F. Steck et coll.)
Brevet Canada 1 172 163; brevet É.-U. 4 575 458

Attractifs pour l'arpenteuse d'automne (E.W. Underhill et coll.)
Brevet Canada 1 231 982; brevet É.-U. 4 610 876

6.3 Activités extérieures

L'Institut de biotechnologie des plantes est un laboratoire national desservant toutes les régions du Canada. Pour atteindre cet objectif, nous avons créé une série d'activités extérieures au cours des trois dernières années; le système est maintenant prêt en 1987-1988.

6.3.1 Programme destiné aux chercheurs invités

Ce programme constitue la pierre angulaire des activités extérieures de l'IBP. Dans le cadre du programme de 1987-1988, 93 chercheurs compétents de l'extérieur ont pu avoir accès à toutes les installations de l'Institut pour des activités de recherche, de développement ou de formation. En tête de liste, on trouve des chercheurs subventionnés par des industries et des universités au Canada; des chercheurs invités provenaient aussi d'organismes publics, de coopératives, d'organismes internationaux et d'établissements de recherche étrangers (fréquemment en vertu d'accords scientifiques bilatéraux). Le CNR ne paye aucun salaire ni traitement aux chercheurs invités mais il leur fournit les installations de recherche de base, le matériel et la supervision nécessaire, habituellement sans frais. La liste des chercheurs invités en 1987-1988 figure au début du rapport.

Nous avons amélioré le programme de deux façons en 1987. Premièrement, nous avons accordé des indemnités de déplacement et de subsistance à des étudiants inscrits à des programmes d'études supérieures d'universités canadiennes qui sont venus à l'Institut pour effectuer une partie ou la totalité de leurs travaux de recherche en préparation d'une thèse. L'engagement, l'entente et la collaboration étroite entre l'étudiant, l'université et l'Institut sont des éléments essentiels pour la réussite de ce programme. Ainsi, dorénavant, des étudiants inscrits à des universités éloignées de Saskatoon peuvent venir travailler à l'IBP sans être obligés d'assumer des frais de transport onéreux. Deuxièmement, l'Institut a construit des locaux de meilleure qualité et en plus grand nombre pour les chercheurs invités. Un centre du Laboratoire de chimie biologique a été conçu pour 10 chercheurs invités alors que de plus petits espaces ont accueilli 6 nouveaux chercheurs dans le Laboratoire de technologie cellulaire.

6.3.2 Programme destinés aux scientifiques affiliés

En 1987-1988, ce nouveau programme a pris de l'expansion et a permis à l'IBP de conclure une association officielle avec sept biotechnologistes canadiens réputés. Cette collaboration avec des chercheurs reconnus pour leurs réalisations exceptionnelles en botanique contribue à raffermir les liens sur une base non officielle et à paver la voie à des discussions plus avancées en biotechnologie végétale à l'échelle nationale. La liste des chercheurs affiliés figure au chapitre 2 du présent rapport.

6.3.3 Événements spéciaux et série de colloques

Les journées consacrées à la biotechnologie du blé et de l'orge (11-12 juin 1987) ont réuni 105 chercheurs émérites à l'IBP pour discuter de l'état des recherches dans le domaine. L'IBP a organisé cinq plus petits ateliers d'information en biotechnologie au cours de l'année. Le Comité permanent de biotechnologie agro-alimentaire du Conseil de recherche agricole du Canada a tenu sa réunion principale de 1987 à l'Institut (12 novembre) et six autres groupes de biotechnologie ont tenu des réunions à l'IBP cette année. Le personnel de l'IBP a organisé quatorze visites guidées pour des groupes de visiteurs distingués. Des détails sur la principale série de colloques figurent dans les pages suivantes. On estime qu'environ 1 800 personnes ont assisté aux colloques cette année.

Principale série de colloques de l'IBP en 1987-1988

1987

1er avril
J.L. Bennetzen, Ph.D.
Purdue University
West Lafayette (Indiana)
Le système d'éléments transposables de mutation du maïs

7 avril
Bill Crosby, Ph.D.
Institut de biotechnologie des plantes
Aperçu de la conférence sur l'obtention de brevets pour des gènes

8 avril
Roland Brousseau, Ph.D.
Institut de recherche en biotechnologie
Montréal (Québec)
Génétique moléculaire de la production de delta-endotoxine par Bacillus thuringiensis

22 avril
Roxanne Deslauriers, Ph.D.
Sciences biologiques, CNR
Ottawa (Ontario)
Application de la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire

8 mai
Andrew D. Hanson, Ph.D.
Michigan State University
East Lansing (Michigan)
La détection et l'utilisation de gènes en rapport avec le stress du milieu

28 mai
G. Fletcher, Ph.D.
Laboratoire de sciences marines
Université Memorial
Comment les poissons de l'Arctique résistent-ils au gel l'hiver?

1er juin
Lesh Klimczak, Ph.D.
Institut de biotechnologie des plantes
Protéines kinases végétales - recherche d'éléments régulateurs

29 juin
K. Kartha, Ph.D.
Institut de biotechnologie des plantes
Faits saillants de la la Conférence de recherche Gordon sur la culture des cellules et des tissus végétaux

7 août
D. Werner, Ph.D.
Universitat Marburg
République fédérale d'Allemagne
Les symbioses microbiennes chez les plantes

25 août
Antoni Slabas, Ph.D.
Unilever Research, R.-U.
Élucidation des enzymes de la biosynthèse des lipides chez les plantes

1er septembre
G.E. Templeton, Ph.D.
Université de l'Arkansas
Fayetteville (Arkansas)
Commercialisation d'un champignon microscopique indigène pour le mycoherbicide "Collego"

2 septembre
K. Ohyama, Ph.D.
Université de Kyoto
Kyoto (Japon)
Séquence nucléotidique complète des chloroplastes d'une hépatique, Marchantia polymorpha : organisation des gènes et un nouveau groupe de gènes

7 octobre
David Cass, Ph.D.
Université de l'Alberta (Edmonton)
Fusion de gamètes chez les angiospermes

21 octobre
Anthony Huang, Ph.D.
Université de la Caroline du Sud
Biologie moléculaire et cellulaire de corps lipidiques dans les semences

29 octobre
John Mahon, Ph.D.
Institut de biotechnologie des plantes
La structure primaire de la grande sous-unité de la RUBISCO peut-elle expliquer les différentes propriétés catalytiques de cette enzyme?

5 novembre
Pal Maliga, Ph.D.
Advanced Genetic Sciences Inc.
Oakland (Californie)
Recombinaison dans les chloroplastes de Nicotiana

13 novembre
John, Carlson, Ph.D.
Allelix Inc.
Mississauga (Ontario)
Projets de transformation des cultures chez Allelix

18 novembre
John P. Ohlrogge, Ph.D.
Michigan State University
East Lansing (Michigan)
Protéines transporteuses de groupements acyles chez les plantes

7 décembre
Wilf Keller, Ph.D.
Agriculture Canada
Ottawa (Ontario)
Aperçu des recherches en biotechnologie des plantes au Centre de recherches phytotechniques d'Ottawa

9 décembre
James Procunier, Ph.D.
University of Western Ontario
London (Ontario)
Gènes impliqués dans le cancer chez les mammifères et "gènes proto-oncogènes chez les plantes"

14 décembre
Ron Sederoff, Ph.D.
USDA Forest Service
Berkeley (Californie)
Rapport sur l'état d'avancement des manipulations génétiques chez les gymnospermes et les angiospermes

16 décembre
Janet Taylor, Ph.D.
Institut Max-Planck
Koln-Vogelsang (Allemagne)
Isolement et caractérisation des gènes reliés à la défense chez la pomme de terre

17 décembre
Mohammed Saleem, Ph.D.
Institut de biotechnologie des plantes
Rappport sur la participation au 7e Symposium international sur les protoplastes

1988

11 janvier
Terry J. Reich, Ph.D.
Agriculture Canada
Ottawa (Ontario)
Mise au point de la technologie de micro-injection chez les plantes de culture

13 janvier
Vincenzo DeLuca, Ph.D.
Institut de biotechnologie des plantes
Régulation de la biosynthèse d'un alcaloïde de l'indole de type monoterpène chez Catharanthus roseus

20 janvier
Keith Downey, Ph.D.
Agriculture Canada
Saskatoon (Saskatchewan)
Les oléagineux de la famille Brassica - les cultures oléagineuses d'aujourd'hui et de demain

27 janvier
W.L. Crosby, Ph.D.
Institut de biotechnologie des plantes
Transformation génétique de Brassica napus

29 janvier
R.D. Hill, Ph.D.
Université du Manitoba
Winnipeg (Manitoba)
Régulation hormonale de la synthèse des protéines dans les couches d'aleurone des céréales

8 février
J.S. Rokem, Ph.D.
Université hébraïque
Jérusalem (Israël)
Formation de métabolites secondaires (diosgénine et phaséoline) dans des cultures de tissus végétaux

17 février
R. Chibbar, Ph.D.
Institut de biotechnologie des plantes
L'embryogénèse somatique - un modèle pour étudier la croissance des plantes

24 février
Eleanor White, Ph.D.
Service canadien des forêts
Victoria (C.-B.)
Intégration de la biologie moléculaire aux techniques classiques de reproduction utilisées pour les arbres

9 mars
William L. Ogren, Ph.D.
U.S. Dept. of Agriculture
Urbana (Illinois)
Activase de la RUBISCO comme régulateur de l'activité de la carboxylase/oxygénase RuBP in vivo

23 mars
John Vederas, Ph.D.
Département de chimie
Université de l'Alberta (Edmonton)
Acides aminés inusités : synthèse, inhibition enzymatique et activité biologique

6.3.4 Publications extérieures

Il est important que toutes les régions du Canada et même l'étranger soient renseignés sur les travaux réalisés à l'Institut; ainsi, le rapport annuel de 1986-1987 est paru en août et le Bulletin de l'IBP a atteint plus de 900 sociétés et laboratoires à des intervalles de trois mois. Deux nouveaux éléments du Bulletin se sont révélées populaires; il s'agit de l'inclusion de nouvelles à propos d'autres centres canadiens de biotechnologie des plantes et d'un aperçu des travaux réalisés par ces centres. Une description des installations de recherche disponibles à l'IBP a permis à de nombreux chercheurs d'avoir un meilleur accès aux ressources de l'Institut.

Outre les publications régulières, nous avons répondu à plus de 400 demandes, plusieurs pour le compte de journaux et d'émissions de télévision traitant de biotechnologie, d'agriculture ou de foresterie. Ainsi, les chercheurs de l'IBP ont accordé des entrevues à des poste de radio et de télévision locaux et six articles traitant de l'Institut ont paru dans des publications importantes :

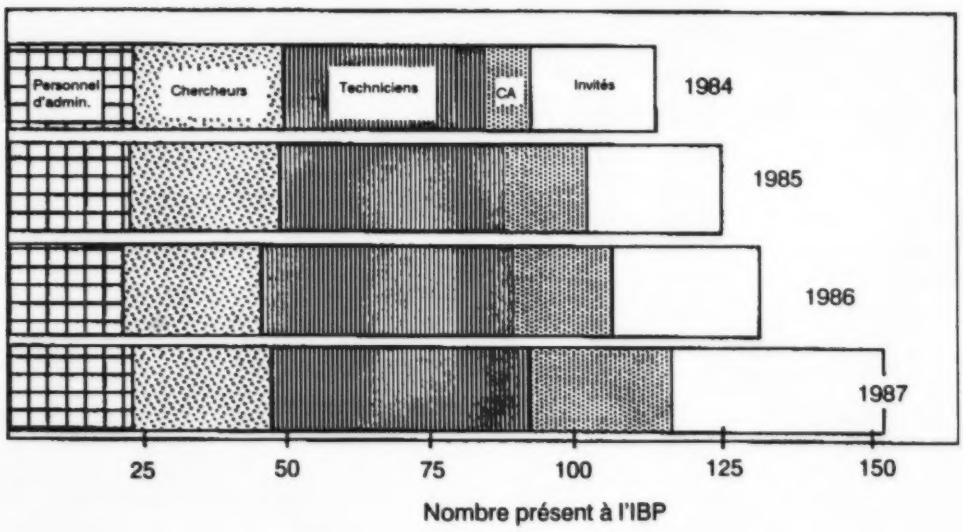
- PBI SEEDS A NEW IDEA, New Biotech, avril 1987 (page 10)
- CLONING NEW FOODS, Maclean's magazine, 20 avril 1987 (page 43)
- LES GROS ET LES PETITS, Québec Science, mai 1987 (page 40-46)
- THE PLANT BIOTECHNOLOGY INSTITUTE, Biotechnology Bulletin, février 1988 (pages 1-3)
- BIOTECH ROUTE TO DENTAL DRUG, Chemical Marketing Reporter (New York, N.Y.), 2 mars 1988
- COLO., CDN FIRM SIGN R & D PACT, Journal of Commerce, 2 mars 1988

7. Soutien

7.1 Aperçu

La section du soutien contribue à pourvoir aux besoins quotidiens de l'Institut. En tant que société publique, le Conseil national de recherches se soit de maintenir certaines normes et d'appliquer certains programmes conformément aux politiques du Gouvernement du Canada. Ainsi, la tenue des dossiers publics, c'est à dire presque tous les documents et autres écrits qui passent par l'Institut, doit être faite conformément aux normes du CNR et à des lois telles que la Loi sur la protection des renseignements personnels et la Loi sur l'accès à l'information. Par ailleurs, l'administration des finances doit également respecter les exigences les plus strictes de responsabilité de la fonction publique. La section s'occupe de ces tâches et fournit également de nombreux services scientifiques et techniques dans le cadre des projets de recherche.

Les comités regroupant des utilisateurs et des fournisseurs sont une caractéristique unique de l'IBP. Ils servent à déterminer que les services offerts correspondent bine aux besoins des utilisateurs dans les laboratoires de l'Institut.



7.2 Services

7.2.1 Administration

Joan L. Yorke (Agent d'administration),
Cheryl Bitz, Rosemarie Gallays, Dawn Larson,
Kathy Seabrook, Kathy Wilson,
Ed Knapp (Illustration des travaux de recherche)

L'administration s'occupe des programmes s'adressant au personnel et aux chercheurs invités, des finances, de la sécurité, de la réception, des communications internes, de la préparation des manuscrits et des affiches, de la gestion des dossiers, des télécommunications et des machines de bureau. En 1987-1988, le service s'est rationnalisé et le bureau chargé de l'illustration des travaux de recherche a été annexé à l'unité.

7.2.2 Services généraux

T. Martin Mallard (Surintendant des services)
Bill Brumwell
Armand Fendelet
Harry Holfeld
R. McDonald
George Reynolds
Wayne Stankewich

Les services généraux couvrent, d'une part, la gestion et l'amélioration des systèmes électroniques et informatiques utilisés dans la plus grande partie de l'immeuble et, d'autre part, la gestion de tous les services de l'immeuble, incluant les services techniques et d'entretien, les services mécaniques et électriques, les rénovations, les nouveaux travaux de construction, l'approvisionnement en eau, le chauffage, l'éclairage, les entrepots, les systèmes d'élimination des déchets et les services d'ateliers mécaniques.
Un nombre inhabituel de modificatons ont été apportées aux immeubles en 1987-1988 pour permettre la mise en place de nouveaux projets. Un nouveau centre permet de recevoir au moins dix autres chercheurs invités dans des locaux accueillants à proximité des laboratoires. Deux nouveaux laboratoires de recherche sur la technologie des cellules végétales ont vu le jour, l'un à partir d'un local utilisé auparavant comme garage. La rénovation la plus ambitieuse de l'année a été la conversion d'un ancien local en un nouveau site pour l'annexe de la biotechnologie des plantes de l'Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST). Ce service, qui comprend une bibliothèque et un centre d'information dont la construction a été terminée en mars 1988, est l'oeuvre d'une collaboration entre l'ICIST et l'IBP.

7.2.3 Service des achats

W.S. Wiley (préposé aux achats), Olga Coates,
Jill Horn, Terry Mazurkevich, James McHarg,
Irene Philipchuk

Le service des achats supervise les commandes et la livraison de tous les achats effectués par l'IBP. Il s'occupe des appels d'offre, de l'expédition et de la réception, du stockage et de la distribution du matériel sur les lieux, de l'inventaire et de la gestion des véhicules de l'IBP. Ce service constitue le lien de l'Institut avec le réseau de gestion financière du CNR.

7.3 Comités

Quatre comités d'utilisateurs et de fournisseurs ont été actifs en 1987-1988.

- Le **Comité d'informatique** avise l'Institut sur l'achat de matériel et sur le genre d'ordinateur central et les microordinateurs qui seront utilisés à l'avenir par l'IBP et sur leur degré d'utilisation. Membres : M. Mallard (président), D. Guenter (centre serveur de données), C. Bock, D. Tenaschuk, H. Holfeld.

- Le **Comité des évènements spéciaux** a organisé plusieurs évènements pour présenter l'Institut aux visiteurs. Il s'agissait de visites guidées pour le Comité permanent de la science et de la technologie de la Chambre des communes, l'ambassadeur d'Égypte, des délégations chinoises, l'attaché d'Italie, l'ambassadeur du Pakistan, des membres du Haut-Commissariat canadien, le Conseil d'administration du Wheat Pool et d'autres groupes commerciaux. Membres en 1987 : L. Blashill (président), D. Kneeshaw, T. Bethune, G. Bishop.

- Le **Comité de la bibliothèque** conseille l'ICIST sur l'achat de périodiques et de livres correspondant aux travaux de recherche et aux besoins des chercheurs et fournit à la bibliothèque des données permettant l'évaluation des stocks et des services actuels. Membres : F. Chen (président), L. Pelcher, A. Cutler, R. Weselake.

- Le **Comité interdivision sur la sécurité et la santé** (CNR) a cette année encore montré son importance et son efficacité lorsqu'il s'agit de renseigner l'administration sur les préoccupations du personnel touchant ces questions et de promouvoir de saines pratiques de travail à l'Institut. Ce comité est responsable des méthodes utilisées en présence de produits chimiques dangereux et de la formation du personnel aux techniques de premiers soins. Membres : J. Magus (coprésident), B. Reichert (coprésident), B. Chatson, J. Hammerlindl, D. Horn, S. Hobbs, L. Pelcher, J. Yorke.

Deux comités responsables des projets de recherche ont continué cette année d'améliorer la planification des projets, le financement des travaux, l'attribution des contrats et la coordination des recherches en cours :

- Le **Comité de planification et de révision**, qui réunit les cadres de l'IBP et les chefs de projet, s'est réuni six fois et est resté le principal instrument de l'Institut pour l'intégration et le développement du programme. Membres : W.F. Steck (président), F. Constabel, W.L. Crosby, D.I. Dunstan, K.K. Kartha, W.G.W. Kurz, J.D. Mahon, E.W. Underhill, C. Walker (secrétaire) et J.L. Yorke.

- Le **Comité du Fonds de biotechnologie des plantes** a évalué les offres de contrat en 1988 et a fait une revue récapitulative des résultats des recherches données à contrat l'an dernier. Le Comité a recommandé des changements importants dans le fonctionnement du Fonds, qui ont été mis en pratique cette année. Membres : W.G.W. Kurz (président), F. Constabel, W.L. Crosby, D.I. Dunstan, K.K. Kartha, J.S. Katz (secrétaire), J.D. Mahon, E.W. Underhill.

8. Publications de recherche du personnel de l'Institut de biotechnologie des plantes en 1987

1. Abrams, S.R. et A.C. Shaw. 1987. On the mechanism of 1,3-prototrophic shifts in acetylene- allene isomerizations. Journal of Organic Chemistry 52: 1835-1839. NRCC No. 27511.

2. Abrams, S.R. et A.C. Shaw. 1987. Triple Bond Investigations: 2- to 9-Decyn-1-ol. Organic Syntheses 66: 127-131.

3. Abrams, S.R. 1987. Direct deuterium labelling of xanthone with the lithium salt of 1,3- Diaminopropane-N,N, N', N'-d4. Journal of Labelled Compounds and Radiopharmaceuticals XXIV: 941-948.

4. Abrams, S.R. et A.C. Shaw. 1987. Preparation of 8-methyl-2-decanol: general synthesis of diastereomeric mixtures of alkyl branched insect pheromones. Journal of Chemical Ecology 13: 1927-1933. NRCC No. 27519.

5. Abrams, S.R., M. Green, R.P. Steer et M. Szmanski. 1987. Unusual deuterium isotope effect on the radiationless decay of Xanthione S2. Chemical Physics Letters. 139: 182-186.

6. Adams, R.P., A.L. Almirall et L. Hogge. 1987. The volatile leaf oils of the junipers of Cuba: Juniperus lucayana Britton and Juniperus saxicola Britton and Wilson. Flavour and Fragrance Journal 2: 33-36.

7. Archambault, J., B. Volesky et W.G.W. Kurz. 1987. Development of bioreactors for the culture of immobilized plant cells. Compte rendu de la 37e Conférence canadienne de génie chimique, du 18 au 22 mai 1987. Montréal P.Q., pp. 308-310.

8. Attree, S.M., F. Bekkaoui, D.I. Dunstan et L.C. Fowke. 1987. Regeneration of somatic embryos from protoplasts isolated from an embryogenic suspension culture of white spruce (Picea glauca). Plant Cell Reports 6: 480-483.

9. Bekkaoui, F., P. Saxena, S.M. Attree, L.C. Fowke et D.I. Dunstan. 1987. The isolation and culture of protoplasts from an embryogenic cell suspension culture of Picea glauca (Moench) Voss. Plan Cell Reports 6: 476-479. NRCC No. 27937.

10. Chalifour, F.-P. et L.M. Nelson. 1987. Effects of continuous nitrogen supply on symbiotic dinitrogen fixation of faba bean and pea inoculated with different rhizobial isolates. Canadian Journal of Botany 65: 2542-2548. NRCC No. 27515.

11. Chen, T.H.H. et K.K. Kartha. 1987. Cryopreservation of woody species. Dans : Cell and Tissue Culture in Forestry, Vol. 2, J.M. Bonga et D.J. Durzan (eds.), Martinus Nyhoff Publishers, Dordrecht/ Boston/Lancaster, pp. 305-319.

12. Chen, T.H.H., M.D. Lazar, G.J. Scoles, L.V. Gusta et K.K. Kartha. 1987. Somaclonal variation in a population of winter wheat. Journal of Plant Physiology 130: 27-36; NRCC No. 27931.

13. Chibbar, R.N., R. Esnault, A. Brickenden, J. Dyck et R.B. van Huystee. 1987. A highly specific monoclonal antibody to a cationic peroxidase from cultured peanut cells. Journal of Plant Physiology 129: 103-110. NRCC No. 26777.

14. Constabel, F. 1987. Cell culture in phytochemistry. Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants (ed. I.K. Vasil). Academic Press, Inc. 4: 3-13.

15. Cutler, A.J. et M. Saleem. 1987. Permeabilizing soybean protoplasts to macromolecules using electroporation and hypotonic shock. Plant Physiology 83: 24-28. NRCC No. 25552.

16. Dawson, P.S.S. et J.C. MacDonald. 1987. Changes in phosphorus magnetic resonance spectra during the cell cycle of phosphorus limited phased culture of Candida utilis. FEMS Microbiolgy Letters 43: 57-60. NRCC No. 27512.

17. DeLuca, V. et A.J. Cutler. 1987. Subcellular localization of enzymes involved in indole alkaloid biosynthesis in Catahranthus roseus. Plant Physiology 85: 1099-1102. NRCC No. 27932.

18. DeLuca, V., J. Balsevich, R.T. Tyler et W.G.W. Kurz. 1987. Characterization of a novel N-methyltransferase (NMT) from intact Catharanthus roseus plants. Detection of NMT and other enzymes of the indole alkaloid biosynthetic pathway in different cell suspension culture systems. Plant Cell Reports 6: 458-461.

19. Dereuddre, J. K. Kartha, C. Gazeau. 1987. Cryoconservation des méristèmes. Bulletin de la Société Botanique, France 133: 75-88.

20. Dimmock, J.R., S.A. Patil, M.S. Sardessai et M. Mazurek. 1987. Anticonvulsant evaluation of some 3-oxo and 3-thiosemicarbazono analogues of 1-aryl-1-ethylthio-nonanes and related compounds. Pharmazie 42: H.2. NRCC No. 27932.

21. Dunstan, D.I., G.H. Mohammed et T.A. Thorpe. 1987. Morphogenetic response of vegetative bud explants of adolescent and mature Picea glauca (Moench) Voss in vitro. New Phytologist 106: 225-236. NRCC No. 25548.

22. Ehiwe, A.O.F., R.D. Reichert, D.J. Schwab, E.S. Humbert et G. Mazza. 1987. Effect of seed moisture content and temperature on the seed coat durability of field pea. Cereal Chemistry 64: 237-239. NRCC No. 27513.

23. Ehiwe, A.O.F. et R.D. Reichert. 1987. Variability in dehulling quality of cowpea, pigeon pea, and mung bean cultivars determined with the tangential abrasive dehulling device. Cereal Chemistry 64: 86-90. NRCC No. 26779.

24. Eilert, U., J. Balsevich et W.G.W. Kurz. 1987. Greening and strictosidine lactam production in two cell lines of Vinca major cv. variegata. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 8: 177-182. NRCC No. 26184.

25. Eilert, U., W.G.W. Kurz et F. Constabel. 1987. Alkaloid accumulation in plant cell cultures upon treatment with elicitors. Plant Tissue and Cell Culture 1987: 213-219. Eds. : C.E. Green, D.A. Somers, W.P. Hackett et D.D. Biesboer; Alan R. Liss, Inc., New York. NRCC No. 26102.

26. Eilert, U., V. DeLuca, F. Constabel et W.G.W. Kurz. 1987. Elicitor-mediated induction of tryptophan decarboxylase and strictosidine synthase activities in cell suspension cultures of Catharanthus roseus. Archives of Biochemistry and Biophysics 254: 491-497. NRCC No. 26783.

27. Eilert, U., V. DeLuca, W.G.W. Kurz et F. Constabel. 1987. Alkaloid formation by habituated and tumorous cell suspension cultures of Catharanthus roseus. Plant Cell Reports 6: 271-274. NRCC No. 27514.

28. Eilert, U., W.G.W. Kurz et F. Constabel. 1987. Ultrastructure of Catharanthus roseus cells cultured in vitro and exposed to conditions for alkaloid accumulation. Protoplasma 140: 157-163. NRCC No. 24524.

29. Ellis, R.J., S.M. van der Vies et S.M. Hemmingsen. 1987. The Rubisco large subunit binding protein - a molecular chaperone? Dans : Plant Molecular Biology 1987 (eds. von Wettstein, D. et Chua, N-H.) NATO-ASI Series A. Copenhague. Life Sciences 140: 33-40, Plenum Press, New York et Londres.

30. Esnault, R., R.N. Chibbar, D. Lee et R.B. van Huystee. 1987. Early differences in production of mRNAs for phenylalanine ammonia-lyase and chalcone synthase in resistant and susceptible cultivars of soybean inoculated with Phytophthora megasperma f. sp. glycinea. Physiological and Molecular Plant Pathology 30: 293-297.

31. Hahlbrock, K., C. Cretin, B. Cuypers, K.-H. Fritzemeier, K.-D. Hauffe, W. Jahnen, E. Kombrink, F. Rohwer, D. Scheel, E. Schmelzer, M. Schroder et J. Taylor. 1987. Tissue Specificity and dynamics of disease resistance responses in plants. Plant Molecular Biology. NATO Advanced Science Institute Series. Eds. von Wettstein, D. et N.-H. Chua. Plenum Press, New York et Londres.

32. Hobbs, S.L.A. 1987. Comparison of photosynthesis in normal and triazine-resistant Brassica. Canadian Journal of Plant Science 67: 457-466. NRCC No. 25864.

33. Hogge, L.R. et J.G. Millar. 1987. Characterization of unsaturated aliphatic compounds by GC/mass spectrometry. Advances in Chromatography 27: 299-351. NRCC No. 27516.

34. Hu, C., H., D. Lee, R.N. Chibbar et R.B. van Huystee. 1987. Ca^{2+} and peroxidase derived frome cultured peanut cells. Physiologia Plantarum 70: 99-102.

35. Hynes, R.K. 1987. Use of liquid chromatography to measure chlorite production by Nitrobacter winogradskyi. FEMS Microbiology Letters 41: 181-184. NRCC No. 26538.

36. Iacomini, M., A.M.W. Zanin, J.D. Fontana, L. Hogge et P.A.J. Gorin. 1987. Isolation and Characterization of ß-D-glucan, heteropolysaccharide, and trehalose components of the basidiomycetous lichen Cora pavonia. Carbohydrate Research 168: 55-65. NRCC No. 24320.

37. Ibrahim, R.K., V. DeLuca, H. Khouri, L. Latchinian, N. Brisson et P.M. Charest. 1987. Enzymologty and compartmentation of polymethylated flavonol glucosides in Chrysophlenium americanum. Phytochemistry 26: 1237-1245.

38. Jain, J.C., P.D. Shargool. 1987. Use of aneuploid soybean cell culture to examine the relative importance of the GS: GOGAT system and GDH in ammonia assimilation. Journal of Plant Physiology 130: 137-146.

39. Jain, J.C., P.D. Shargool et S. Chung. 1987. Compartmentation studies on enzymes of ornithine biosynthesis in plant cells. Plant Science 51: 17-20.

40. Kartha, K.K. 1987. Advances in the cryopreservation technology of plant cells and organs. Plant Tissue and Cell Culture 1987: 447-458. NRCC No. 26013.

41. Kartha, K.K. 1987. Cryopreservation of secondary metabolite-producing plant cell cultures. Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants (ed. I.K. Vasil). Academic Press, Inc. 4: 217-227. NRCC No. 26776.

42. Kurz, W.G.W., F. Constabel, U. Eilert et R.T. Tyler. 1987. Elicitor treatment: a method for metabolite production by plant cell cultures in vitro. Dans : "Topics in Pharmaceutical Sciences" Eds.: Breimer, D.D. Speiser, P. Elsevier Science Publishers B.V. pp. 283-290. NRCC No. 27518.

43. Lazar, M.D., T.H.H. Chen, G.J. Scoles, et K.K. Kartha. 1987. Immature embryo and anther culture of chromosome addition lines of rye in chinese spring wheat. Plant Science 51: 77-81. NRCC No. 26784.

44. Levadoux, W.L., M.L. Kalmokoff, M.D. Pickard et J.W.D. GrootWassink. 1987. Pigment removal from canola using chlorophyllase. Journal of the American Oil Chemists' Society 64: 139-144. NRCC No. 26537.

45. Lewin, A., C. Rosenberg, H. Meyer, z.A., C.H. Wong, L. Nelson, J.-F. Manen, J. Stanley, D.M. Dowling, J. Denarie et W.J. Broughton. 1987. Multiple host-specificity loci of the broad host-range Rhizobium sp. NGR234 selected using the widely compatible legume Vigna unquiculata. Plant Molecular Biology 8: 447-459.

46. MacDonald, J.C., C.A. Bock et G.P. Slater. 1987. Evaluation of Bacillus as a practical means for degradation of geosmin. Applied Microbial Biotechnologies 25: 382-395. NRCC No. 26104.

47. MacDonald, J.C. et M. Mazurek. 1987. Phosphorus magnetic resonance spectra of open- chain linear polyphosphates. Journal of Magnetic Resonance 72: 48-60. NRCC No. 26778.

48. MacDonald, J.C. et C.A. Bock. 1987. Spectral properties of pseudobactin produced by Pseudomonas sp. B10. Canadian Journal of Botany 65: 703-705. NRCC No. 26780.

49. MacKenzie, S.L., D. Tenaschuk et G. Fortier. 1987. Analysis of amino acids by gas-liquid chromatography as tert-butyldimethylsilyl derivatives. Preparation of derivatives in a single reaction. Journal of Chromatography 387: 241-253. NRCC No. 26536.

50. MacKenzie, S.L. 1987. Gas chromatographic analysis of amino acids as the N-heptafluorobutyryl isobutyl esters. Journal of Associated Official Analytical Chemists 70: 151-159.

51. MacKenzie, S.L. 1987. The heptafluorobutyryl isobutyl ester derivatives of amino acids. Derivatization, separation and applications. Dans : Amino Acid Analysis by Gas Liquid Chromatography. (eds. Gehrke, G.W., Juo, K.C. et Zumwalt, R.W.) CRC Press, Inc. Boca Raton, U.S.A. pp. 93-117.

52. Mahon, J.D. et S.L.A. Hobbs. 1987. Genetic control of photosynthesis in relation to growth of Pea (Pisum sativum L.) plants. Dans : Progress in Photosynthesis Research (ed. J. Biggins). Martinus Nijhoff 4: 385-391. NRCC No. 26178.

53. Millar, J.G., E.W. Underhill, M. Giblin et D. Barton. 1987. Sex pheromone components of three species of Semiothisa (Geometridae): (Z,Z,Z) 3,6,9-heptadecatriene and two monoepoxydiene analogs. Journal of Chemical Ecology 13: 1371-1382. NRCC No. 26108.

54. Nelson, L.M. 1987. Variation in Rhizobium leguminosarum response to short term application of NH_4NO_3 to nodulated Pisum sativum L. Plant and Soil 98: 275-284. NRCC No. 25863.

55. Nelson, L.M. 1987. Response of Rhizobium leguminosarum isolates to different forms of inorganic nitrogen during nodule development in pea (Pisum sativum L.) Soil Biology and Biochemistry 19: 759-763. NRCC No. 26785.

56. Pivnick, K.A. et J.N. McNeil. 1987. Diel Patterns of activity of Thymelicus lineola adults (Lepidoptera: Hesperiidae) in relation to weather. Ecological Entomology 12: 197-207.

57. Pivnick, K.A. et J.N. McNeil. 1987. Puddling in butterflies: sodium affects reproductive success in Thymelicus lineola. Physiological Entomology 12: 461-472.

58. Reed, D.W., E.W. Underhill et E.M. Giblin. 1987. Attraction of sphingid moths (Lepidoptera: Shingidae) to 10,12-hexadecadienyl aldehydes and acetates: evidence of pheromone components. Journal of Chemical Ecology 13: 931-942. NRCC No. 25857.

59. Reichert, R.D. et A.O.F. Ehiwe. 1987. Variability, heritability and physiochemical studies of seed coat durability in field pea. Canadian Journal of Plant Science 67: 667-674. NRCC No. 27520.

60. Saleem, M. et A.J. Cutler. 1987. Stabilizing corn leaf protoplasts with n-propyl gallate. Journal of Plant Physiology 128: 479-484. NRCC No. 26179.

61. Saleem, M. et A.J. Cutler. 1987. Uptake of macromolecules by osmotically permeabilized plant protoplasts. Plant Physiology 83: 1595.

62. Selvaraj, G., I. Hooper, S. Shantharam, V.N. Iyer, L. Barran, R. Wheatcroft et R.J. Watson. 1987. Derivation and molecular characterization of symbiotically deficient mutants of Rhizobium meliloti. Canadian Journal of Microbiology 33: 739-747.

63. Shargool, P.D. et J.C. Jain. 1987. The responses of different soybean cell cultures to growth in media containing high levels of ammonia. Journal of Plant Physiology 129: 443-451.

64. Smith, J.I., A.A. Quesnel, N.J. Smart, W.G.W. Kurz et M. Misawa. 1987. The development of a single-stage growth and indole alkaloid production medium for Catharanthus roseus (L.) G. Don suspension cultures. Enzyme and Microbial Technology 9: 466-469.

65. Smith, J.I., N.J. Smart, W.G.W. Kurz et M. Misawa. 1987. The use of organic and inorganic compounds to increase the accumulation of indole alkaloids in Catharanthus roseus (L.) G. Don Cell suspension cultures. Journal of Experimental Botany 38: 1501-1506.

66. Smith, J.I., N.J. Smart, M. Misawa, W.G.W. Kurz, S.G. Tallevi et F. DiCosmo. 1987. Increased accumulation of indole alkaloids by some cell lines of Catharanthus roseus in response to addition of vanadyl sulphate. Plant Cell Reports 6: 142-145.

67. Smith, J.I., N.J. Smart, M. Misawa et W.G.W. Kurz. 1987. Stimulation of indole alkaloid production in cell suspension cultures of Catharanthus roseus by abscisic acid. Planta Medica 53: 470-474.

68. Sosulski, F.W., A.F. Walker, P. Fedec et R.T. Tyler. 1987. Comparison of air classifiers for separation of protein and starch in pin-milled legume flours. Lebensmittel:Wissenschaft und Technologie 20: 221-225.

69. Taylor, J.L., J.D.G. Jones, S. Sandler, G.M. Mueller, J. Bedbrook et P. Dunsmuir. 1987. Optimizing the expression of chimeric genes in plant cells. Molecular and General Genetics 210: 572-577.

70. Tkachuk, R., F.D. Kuzina et R.D. Reichert. 1987. Analysis of protein in ground and whole field peas by near-infrared reflectance. Cereal Chemistry 64: 418-422.

71. Tullock, A.P. 1987. Epicuticular waxes of Abies balsamea and Picea glauca: occurrence of long-chain methyl esters. Phytochemistry 26: 1041-1042. NRCC No. 26539.

72. Uhm, T.B., D.Y. Jeon, S.M. Byun, J.S. Hong et J.W.D. GrootWassink. 1987. Purification and properties of ß-fructofuranosidase from Aspergillus niger. Biochimica et Biophysica Acta 926: 119-126.

73. Underhill, E.W., C.E. Rogers et L.R. Hogge. 1987. Sex attractants for two sunflower pests, Eucosma womonana (Lepidoptera): Trotricidae) and Isophrictis similiella (Lepidoptera: Gelechiidae). Environmental Entomology 16: 463-466. NRCC No. 26532.

74. Underhill, E.W., J.G. Millar, R.A. Ring, J.W. Wong, D. Barton et M. Giblin. 1987. Use of a sex attractant and an inhibitor for monitoring winter moth and Bruce spanworm populations. Journal of Chemical Ecology 13: 1319-1330. NRCC No. 26107.

75. von Rudloff, E. 1987. The volatile twig and leaf oil terpene compositions of three western north american larches. Larix laricina, Laris occidentalis, and Larix lyallii. Journal of Natural Products 50: 317-321. NRCC No. 25859.

76. von Rudloff, E. et M.S. Lapp. 1987. Chemosystematic studies in the genus Pinus. VI. General survey of the leaf oil terpene composition of lodgepole pine. Canadian Journal of Forest Research 17: 1013-1025. NRCC No. 26111.

77. Xia, X., G. Selvaraj et H. Bertrand. 1987. Molecular characterization of an unusual repetitive DNA from a cultivar of canola (Brassica napus). Genetics Society of Canada Bulletin 18: 128.

78. Ye, J.M., K.N. Kao, B.L. Harvey et B.G. Rossnagel. 1987. Screening salt-tolerant barley genotypes via F1 anther culture in salt stress media. Theoretical and Applied Genetics 74: 426-429.

Nouveaux brevets de l'Institut de biotechnologie des plantes

Underhill, E.W., J.W. Wong, P. Palaniswamy, W.F. Steck, M.D. Chisholm. 1987. Attractifs pour l'arpenteuse d'automne. Brevet Canada 1 231 982 délivré le 26 janvier 1988.

Duck, P., R. Bender, W. Crosby, J.G. Robertson. Molécules utiles pour détecter les séquences d'acides nucléiques. Brevet Europe 86116906.8 classé le 26 janvier 1987.

Archambault, J., V. Volesky et W.G.W. Kurz. Immobilisation en surface de cellules végétales. Demande de Brevet Canada No. 537 315, le 15 mai 1987.

Exposés ou affiches présentés en 1987

1. Abrams, S.R. et B.V. Milborrow. Synthesis and biological activity of an abscisic acid analog. Congrès de chimie du Canada, Québec, le 8 juin 1987.

2. Abrams, S.R. et B.V. Milborrow. Abscisic acid analogs. 4th International Conference on Chemistry and Biotechnology of Biologically active Natural Products, Budapest (Hongrie), le 12 août 1987.

3. Attree, S.M., F. Bekkaoui, P.K. Saxena, D.I. Dunstan et L.C. Fowke. Differences in developmental morphology of protoplasts from two cell lines of white spruce (Picea glauca). 7e Symposium international sur les protoplastes, Wageningen (Pays-Bas), du 6 au 11 décembre 1987.

4. Baillie, A.M.R., K.K. Kartha et B.G. Rossnagel. A tissue culture regeneration system for barley (Hordeum vulgare L.). 13th North American Barley Research Workshop, Montana State University, Bozeman (Montana), du 26 au 30 juillet 1987.

5. Bhanot, P., F. Georges et E.B. Waygood. Site-Directed mutagenesis of the carboxyl terminus glutamate of HPr, a phosphocarrier protein of the phosphoenolpyruvate : sugar phosphotransferase system (PTS) of E. coli, Fédération canadienne des sociétés de biologie, Winnipeg (Manitoba), du 22 au 26 juin 1987.

6. Chibbar, R.N., J. Shyluk, C. Mallard et F. Constabel. Esterase isozymes as markers of somatic embryogenesis in cultured carrot cells. Réunion annuelle de la American Society of Plant Physiologists, St. Louis (Mo), É.-U., du 19 au 23 juillet 1987. Plant Physiology 83(4S): 76.

7. Chibbar, R.N., J. Shyluk, F. Georges et F. Constabel. Biochemical aspects of sunflower protoplast culture. Réunion annuelle de la American Society of Plant Physiologists, St. Louis (Mo), É.-U., du 19 au 23 juillet 1987. Plant Physiology 83(4S): 74.

8. Chibbar, R.N., J. Shyluk, F. Georges et F. Constabel. Role of proline in somatic embryogenesis in cultured carrot cells. Réunion annuelle de la American Society of Plant Physiologists, St. Louis (Mo), É.-U., du 19 au 23 juillet 1987. Plant Physiology 83(4S): 76.

9. Constabel, F. Plant Cell Culture in Phytochemistry. Symposium de biotechnologie, 14e Congrès international de botanique, Berlin, du 27 au 31 juillet 1987.

10. De Luca, V., A.J. Cutler, J. Balsevich et W.G.W. Kurz. The compartmentation of the late stages of vindoline biosynthesis in Catharanthus roseus (Periwinkle). Plant Physiology 83: 126S. Réunion annuelle de la American Society of Plant Physiologists, St. Louis (Mo), É.-U., du 19 au 23 juillet 1987.

11. De Luca, V., J. Balsevich, R. Tyler et W.G.W. Kurz. Isolation and characterization of a specific N-methyltransferase involved in indole alkaloid biosynthesis from Catharanthus roseus. 27e Réunion annuelle de la Phytochemical Society of North America, University of South Florida, Tampa (Floride), juin 1987.

12. Dunstan, D.I. Tissue culture of Canadian conifers. Association canadienne de physiologie végétale (Comité de recherche de la section technique), Niagara-on-the-Lake (Ontario), le 19 octobre 1987.

13. Ellis, R.J., S.M. Hemmingsen, S.M. van der Vies et S.P. Alldrick. Molecular chaperons and chloroplasts. Harden Conference on Plant Molecular Biology, Université de Londres, Wye College, R.-U., septembre 1987.

14. GrootWassink, J.W.D., A.D. Kolenovsky, J.C. Jain, M.R. Michayluk, K.B. Chatson, D.W. Reed, E.M. Giblin et E.W. Underhill. Biosynthesis of artificial glucosinolates in Brassica juncea. Crucifer Improvement Cooperative Workshop, Madison (Wis.), du 12 au 14 octobre 1987.

15. Gummuluru, S., S.L.A. Hobbs et S. Jana. Physiological characters in drought tolerant and susceptible durum wheat. Réunion mixte de la Société canadienne de physiologie végétale et de la Société canadienne de biologie moléculaire végétale, Kingston (Ontario), du 9 au 12 juin 1987.

16. Hemmingsen, S.M. The rubisco large subunit binding protein. RUBISCO 1987 Conference, Tucson (Arizona), du 20 au 25 avril 1987.

17. Hobbs, S.L.A. et J.D. Mahon. Genetic variability in photosynthesis in peas. OECD Workshop: Genetics and Physiology of Photosynthesis and Crop Yield, Cambridge (Angleterre), du 20 au 24 juillet 1987.

18. Hogge, L.R., D.W. Reed et E.W. Underhill. The analysis of desulfoglucosinolate using thermospray LC/MS. 35th Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, Denver (Colorado), du 24 au 29 mai 1987.

19. Kartha, K.K. Induction of somatic embryos and plantlets from cryopreserved cell cultures of White spruce. Gordon Research Conference on Plant Cell and Tissue Culture, Plymouth State College(s), New Hampshire, juin 1987.

20. Kartha, K.K. Germplasm preservation through tissue culture. International Congress of Plant Tissue Culture Tropical species, Bogota (Colombie), du 21 au 25 septembre 1987. (exposé sollicité).

21. Kartha, K.K. Survival of plant cells and organs at ultra-low temperature, Labatt Symposium Stress in Living Systems, London (Ontario), les 28 et 29 octobre 1987. (exposé sollicité).

22. Kurz, W.G.W., F. Constabel, U. Eilert et R.T. Tyler. Elicitor treatment : a method for metabolite production by plant cell cultures in vitro. 47e Congrès international des sciences pharmaceutiques, Amsterdam (Pays-Bas), du 31 août au 4 sept. 1987.

23. Le Gal, M.F. et S.L.A. Hobbs. Formation of abnormal nodule meristem in a strain-resistant genotype of Pisum sativum cv. Afghanistan. 11e Conférence nord-américaine sur les Rhizobium, Montréal (Québec), du 9 au 15 août 1987.

24. Mehra, N.S., K.K. Kartha et C. Stushnoff. Isoenzymes as markers of cultivar identification and genetic variation in tissue culture regenerants of strawberry. 21st Isoenzyme Conference, St. John, Iles Vierge, É.-U., du 1er au 5 décembre 1987.

25. Pivnick, K. Chemical host plant location cues used by the diamonback moth, Plutella xylostella. Réunion annuelle de la Société d'entomologie du Canada, Penticton, C.-B., septembre 1987.

26. Pivnick, K. Response to host plant odours by the diamondback moth, Plutella xylostella. Réunion annuelle de la Société d'entomologie de la Saskatchewan, Saskatoon (Saskatchewan), novembre 1987.

27. Pivnick, K. Mating behaviour and the use of a sex pheromone in Sitodiplosis mosellana (Diptera: Cecidomyiidae). Réunion annuelle de la Entomological Society of America, Boston (Mass.), décembre 1987.

28. Qureshi, J.A. et K.K. Kartha. Wheat tissue culture : hormonal influences and somaclonal variations. Atelier du C.N.R. sur la biotechnologie du blé et de l'orge, IBP, Saskatoon (Canada), les 11 et 12 juin 1987.

29. Qureshi, J.A. et K.K. Kartha. In vitro regeneration of wheat : hormonal implications. XIVe Congrès international de botanique, Berlin (Allemagne de l'Ouest), du 24 juillet au 1er août 1987.

30. Saleem, M. et A.J. Cutler. Cereal tissue culture recalcitrance: Does oxidative stress lead to instability of cereal protoplasts? Atelier du CNR sur la biotechnologie du blé et de l'orge, Saskatoon (Canada), les 11 et 12 juin 1987.

31. Saleem, M. et A.J. Cutler. Role of peroxidase in protoplast development: the activity and molecular forms of peroxidase in mitogenic and non-mitogenic protoplasts. 7e Symposium international sur les protoplastes, Wageningen (Pays-Bas), du 6 au 11 décembre 1987.

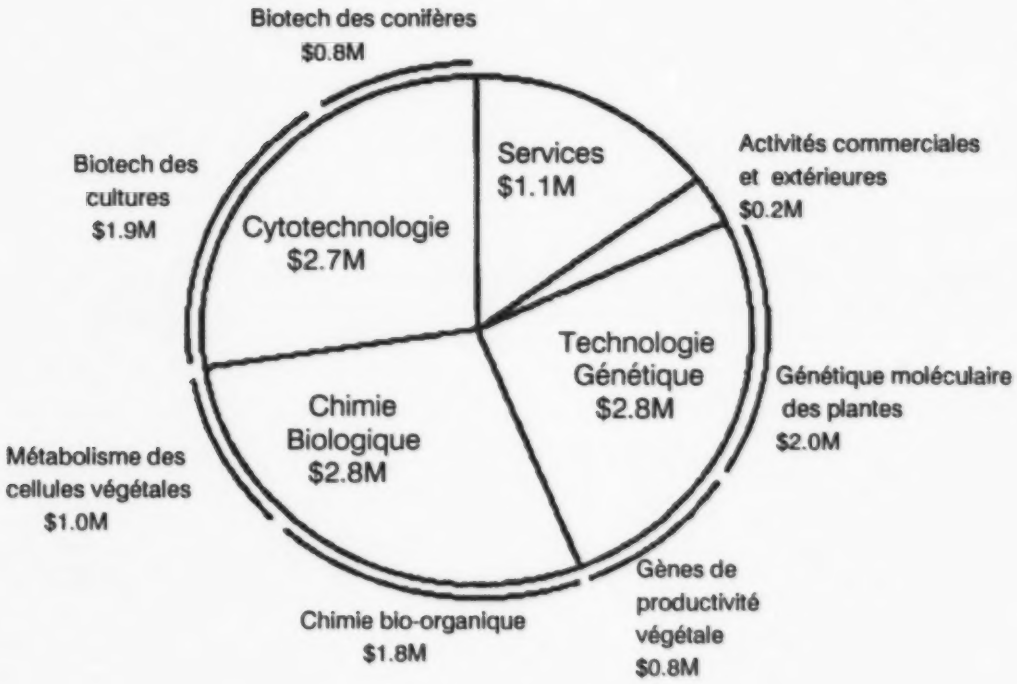
32. Saleem, M. et A.J. Cutler. Uptake of macromolecules by osmotically permeabilized plant protoplasts. American Society of Plant Physiologists meeting , St. Louis (Mo), du 19 au 23 juillet 1987.

33. Saleem, M. et A.J. Cutler. Effect of protoplasting stess on peroxidase and lipoxygenase activities in cereal protoplasts. Réunion de l'American Society of Plant Physiologists, St. Louis (Mo.), du 19 au 23 juillet 1987. Plant Physiology 83: 77S.

34. Wang, H.C. et K.N. Kao. G-banding in Vicia chromosomes. 32e Réunion annuelle de la Société de génétique du Canada, Saskatoon (Saskatchewan), du 14 au 18 juin 1987.

Allocation des fonds aux activités de l'IBP, 1987/88

Les chiffres comprennent les salaires, opérations, contrats de support, équipement



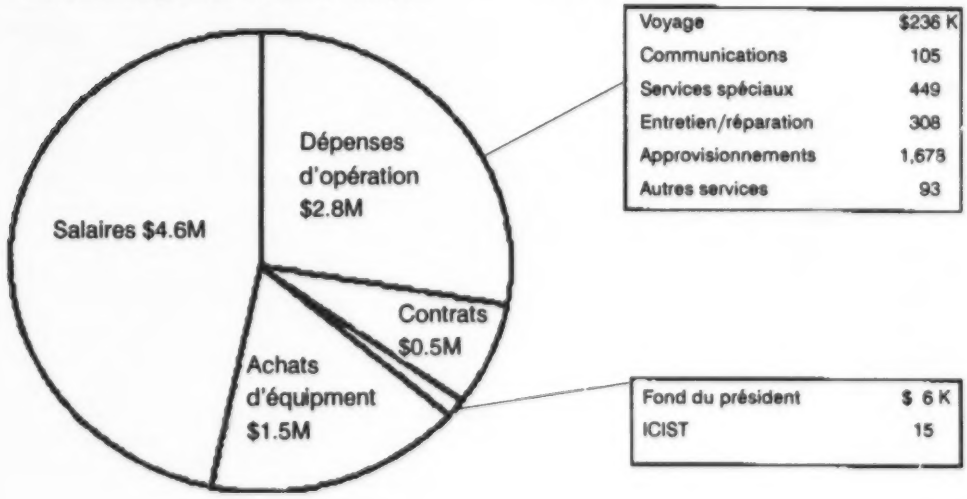
9. Investissements fédéraux dans l'IBP, 1985-1988

Les ressources affectées à l'Institut de biotechnologie des plantes ont augmenté de près de 20% en 1987-1988, après une période de trois ans sans changement dans ce domaine. L'augmentation résulte de trois facteurs : l'arrivée de nouveaux employés (et donc augmentation de la masse salariale) pour combler les postes déjà attribués, l'obtention de prix d'excellence et de prix pour les coentreprise, et l'augmentation des contributions pour les chercheurs invités. Les coûts d'exploitation ont également augmenté cette année, mais pas au même rythme que les revenus. La figure montre la situation depuis 1985.

Les dépenses publiques pour chaque projet au cours de l'année sont indiquées de façon approximative dans le premier graphique circulaire; étant donnée que certaines dépenses sont faites pour plus d'un projet, il est impossible d'en arriver à des chiffres exacts. Les dépenses globales d'exploitation de l'IBP sont détaillées dans le deuxième graphique circulaire qui se réfère également à des fonds publics.

Les investissements provenant de sources extérieures ont continué d'augmenter en 1987-1988 et, à la fin de l'année, ils ont atteint un sommet sans précédent. L'élément le plus important est de loin l'ensemble des salaires et des honoraires payés aux chercheurs invités financés par l'Institut.

Dépenses de l'Institut de biotechnologie des Plantes, 1987/88



L'Année prochaine

L'Institut de biotechnologie des plantes a l'intention de continuer les six projets mentionnés dans ce Rapport Annuel. Le programme se poursuivra vers le développement de nouvelles méthodes afin d'obtenir un rendement de qualité.

En raison de la crise financière chez le CNRC, l'Institut ne s'attend pas à une augmentation des ressources en 1988/89; le budget pourrait même s'abaisser. Par conséquent, l'Institut est contraint de chercher des fonds non-CNRC. Ce revenue prendra une place importante dans la planification pour l'année prochaine, et sans doute notre Bureau du développement, établi seulement en 1987, sera très actif au sein de nos efforts.

L'Institut a le devoir de rendre disponsible ses services, ses projets et son personnel aux programmes canadiens de recherche-développement. Nous y parviendrons par trois moyens: par le programme de "chercheurs invités", par l'accueil des laboratoires industriels dans nos lieux, et par une série d'accords bilatéraux avec différentes organisations dans toute région du pays.

La plupart des activités de recherche commencées dans les années 1984 et 1985 sont maintenant en train de produire des nouvelles technologies d'importance. L'année 1988/89 nous permettra de consolider et d'avancer notre recherche malgré les pressions budgétaires. Plusieurs de nos projets démontront bientôt leur importance dans le domaine commercial ainsi que dans le domaine scientifique.

Dr. Warren Steck, Director ..... (306) 975-4191
Dr. Fred Constabel, Assistant Director ..... (306) 975-5572
Mrs. Joan Yorke, Administrative Officer ..... (306) 975-4194
Dr. W.G.W. Kurz, Biotechnology Development ..... (306) 975-5570
Envoy 100: nrc.sktn
Telex: 074-2471
Fax: 975-4839

110 Gymnasium Road
Saskatoon, Saskatchewan
S7N 0W9